

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА**

**КРІПЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО
ОБЛАДНАННЯ І МЕТАЛЕВИХ
КОНСТРУКЦІЙ ДО ФУНДАМЕНТІВ ТА
БЕЗПЕКА ПРАЦІ**

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
як навчальний посібник для студентів
будівельних спеціальностей

Харків ХНАМГ 2008

Шутенко Л.М., Золотов М.С., Серіков Я.О., Золотов С.М., Складаров В.О., Серіков С.Я. **КРІПЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ І МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ ДО ФУНДАМЕНТІВ ТА БЕЗПЕКА ПРАЦІ**: Навчальний посібник для студентів будівельних спеціальностей. – Харків, ХНАМГ, 2008. - 285 с.

Рис. 52. табл. 42. бібліогр. назв. 148.

Гриф надано Міністерством освіти і науки України, рішення № 14/18 - Г - 383 від 15.02.2007 р.

Навчальний посібник містить сучасні дані про конструкції анкерних болтів, методи їх розрахунку й проектування. Викладені питання, що стосуються утворенню свердловин у бетоні, приготуванню матеріалів для закладення болтів, а також установці анкерних болтів й їх затягуванні. Представлено сучасні види інструментів, необхідних для проведення зазначених процесів.

Описані загальні положення з охорони праці, що включають законодавчі та нормативно-технічні документи, виробничу санітарію, безпеку праці, електро- та пожежну безпеку. Надані шляхи вирішення завдань охорони та безпеки праці при виконанні робіт з закріплення технологічного обладнання та металевих конструкцій до фундаментів. Як додатковий матеріал викладені положення з атестації робочих місць за умовами праці.

Рецензенти: В.І.Торкатюк завідувач кафедри “Економіки будівництва” ХНАМГ, академік кадрової Академії при ЮНЕСКО і Раді Європи, академік Академії будівництва України доктор технічних наук, професор;

А.В.Шапка, завідувач кафедри «охорона праці і навколишнього середовища» української державної академії залізничного транспорту, доктор технічних наук, професор;

В.Д.Ходусов, професор кафедри теоретичної фізики харківського національного університету ім. В.Н.Каразіна, доктор фізико-математичних наук.

ISBN 966-695-100-2

© Шутенко Л.М., Золотов М.С.,
Серіков Я. О., Золотов С. М.,
Складаров В.О., Серіков С.Я.
Харків, ХНАМГ, 2008

ВСТУП

Навчальний посібник присвячений висвітленню питань кріплення технологічного обладнання й металевих конструкцій до фундаментів за допомогою анкерних болтів при забезпеченні охорони та безпеки праці.

При будівництві, експлуатації та реконструкції промислових підприємств досить значний обсяг робіт проводять з монтажу й закріплення на споруджуваних та існуючих фундаментах устаткування, технологічних ліній та допоміжних пристроїв. Особливо це відноситься до підприємств металургійної, машинобудівної, гірничорудної, хімічної та деяких інших галузей промисловості. Щорічно для цих цілей застосовуються сотні тисяч анкерних болтів. Трудомісткість операцій з анкерування займає до 30...40 % загальної трудомісткості механоскладальних робіт. На додаток до цього слід вказати, що, наприклад, висоту фундаменту для багатьох видів устаткування часто визначають за довжиною закладення анкерних болтів, що призводить до значної перевитрати бетону та сталі. Крім того, загальноприйнята установка анкерних болтів трудомістка й не гарантує необхідної точності їхнього розташування. Унаслідок цього 19...24 % трудовитрат при монтажі устаткування приходить на виправлення дефектів встановлених анкерних болтів. Крім того, відсутність уніфікації й взаємозамінності опорних частин устаткування створює значні труднощі при його модернізації в діючих цехах, оскільки місця установки анкерних болтів нового обладнання, як правило, не збігаються зі старими.

Таким чином, від способів виробництва, вивірки й технології закріплення анкерних болтів значною мірою залежать темпи та вартість монтажних робіт. У зв'язку з цим розробка й впровадження прогресивних методів анкероустановочних робіт для закріплення устаткування є важливим резервом скорочення трудомісткості, матеріалоємності, тривалості й вартості як будівельних робіт, так і робіт з ремонту й реконструкції промислових підприємств.

Роботи з кріплення технологічного обладнання й металевих конструкцій до фундаментів за допомогою анкерних болтів супроводжуються значною кількістю негативних виробничих факторів, що можуть впливати на здоров'я та працездатність робітників. З огляду на це, та приймаючи до уваги на зна-

чний рівень професійних захворювань та виробничого травматизму в Україні, в посібнику наведені загальні положення з охорони праці в Україні. Вони включають законодавчу та нормативно-технічну базу, загальні положення з виробничої санітарії, безпеки праці, електро- та пожежної безпеки, безпеки проведення операцій, що виконують при здійсненні анкероустановочних робіт.

Матеріал навчального посібника базується на таких прикладних дисциплінах: залізобетонні конструкції, металеві конструкції, будівельні матеріали і технологія будівельного виробництва, основи охорони праці, охорона праці в будівництві.

Для полегшення самостійного оволодіння розрахунком анкерних болтів, їх проектуванням, а також підбором сумішей для їх улаштування в посібнику наведені приклади вирішення відповідних задач.

Навчальний посібник призначений для студентів будівельних спеціальностей вищих закладів освіти та може бути корисним інженерно-технічним працівникам та науковцям, що працюють в цій галузі.

Побажання та зауваження за структурою чи змістом навчального посібника автори просять надсилати за адресою: 620002, Харківська національна академія міського господарства, вул. Революції, 12, Харків, Україна.

Р о з д і л 1

КОНСТРУКЦІЇ АНКЕРНИХ БОЛТІВ ДЛЯ КРІПЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО УСТАТКУВАННЯ І МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ ДО ФУНДАМЕНТІВ

1.1. Конструкції анкерних болтів

Анкерні болти для кріплення будівельних конструкцій і технологічного обладнання за призначенням поділяються на конструктивні й розрахункові (силові) [1,2,3,10,11,16,17,46,47, 51,55,70,80]. Конструктивні служать для фіксації устаткування на фундаментах і для запобігання випадковим зсувам. Їх передбачають для устаткування, стійкість якого проти перекидання, зсуву, чи скручування забезпечується власною вагою. Розрахункові болти сприймають навантаження, що виникають при роботі технологічного устаткування.

В Україні і за кордоном застосовують анкерні болти найрізноманітніших конструкцій. Вони відрізняються один від одного способами установки у фундаментах чи в інших бетонних і залізобетонних конструкціях, типом анкеруючих пристроїв і способами передачі навантажень на масив фундаменту чи будівельні конструкції (залізобетонні балки, перекриття і т.п.).

Анкерні болти залежно від способу установки підрозділяють на встановлювані в масив фундаменту: до його бетонування (глухі (рис. 1.1) чи з ізолюючою трубою (рис. 1.2)); після бетонування у просвердлені свердловини чи в колодязі (шанці) (рис. 1.3) готових фундаментів.

Глухі анкерні болти [10,11,16,17,51,55,61,75,76,80,81], що встановлюються безпосередньо в масив фундаменту, до його бетонування, можуть виконуватися з відгинами, з анкерними плитами, складеними з анкерними плитами та ін. (рис. 1.1). Болти з відгинами, найбільш прості у виготовленні, застосовують, якщо висота фундаментів не залежить від глибини закладення болтів у бетон; болти з анкерними плитами, що мають меншу глибину закладення в бетон у порівнянні з болтами з відгинами, застосовують, якщо висота фундаменту визначається глибиною закладення болтів у бетон.

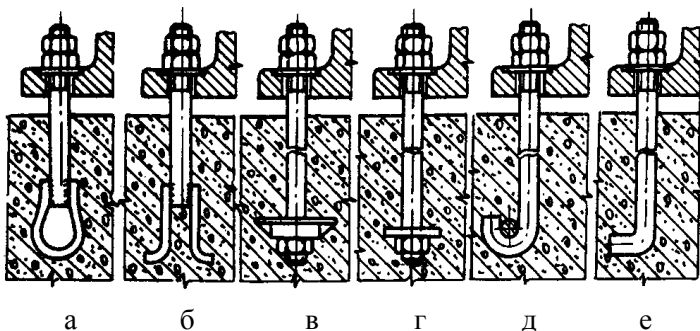


Рис. 1.1 – Глухі анкерні болти встановлювані до бетонування фундаментів

Зазначені конструкції болтів, наведені на рис.1.1,а,б,е, рекомендується застосовувати діаметром $d_s = 10-48$ мм; на рис. 1.1,д - $d_s = 48-56$ мм, глибиною закладення $l_{анк} = (25 \div 30) d_s$; на рис.1.1,в,г - для $d_s = 56-140$ мм з глибиною закладення $l_{анк} = 15d_s$.

Друга група болтів [8,9,13,14,51,55,61,74,75,78], установлюваних до бетонування фундаментів, подана на рис. 1.2.

Конструкції болтів, зображені на рис. 1.2,а,б, рекомендуються для застосування з діаметром анкерів $d_s = 56-125$ мм при $l_{анк} = 30d_s$; рис. 1.2,в - $d_s = 24-66$ мм при $l_{анк} = 15d_s$; рис. 1.2,г - $d_s = 36-80$ мм при $l_{анк} = 20d_s$.

Болти складені з анкерними плитами (рис. 1.2,в) використовують при установці устаткування методом повороту чи насуву. У цих випадках муфту і нижню шпильку з анкерною плитою встановлюють у масив фундаменту під час бетонування, а верхню ввертають у муфту на всю довжину різьблення після установки устаткування через отвори в опорних частинах.

Болти знімні, встановлювані в масив фундаменту з ізолюючою трубою (рис. 1.2,а,б,в,г), можуть виконуватися без елементів, що амортизують, і з елементами, що амортизують, - тарілчастими пружинами.

Болти без елементів, що амортизують, складаються із шпильки й анкерної арматури (труби і плити). Анкерну арматуру закладають у фундамент під час бетонування фундаменту, а шпильку встановлюють вільно в трубі після влаштування фундаменту. Болти з елементами, що амортизують, складаються із шпильки, анкерної арматури і тарілчастих пружин, розташованих у нижній частині болта.

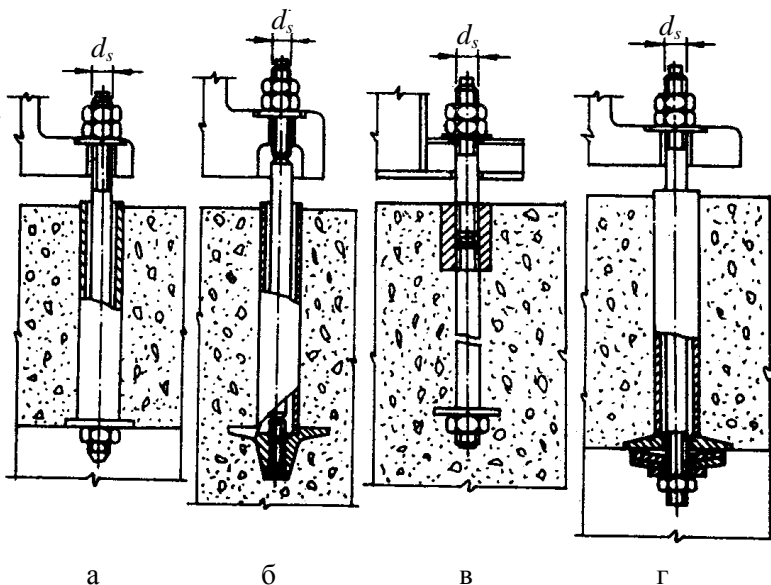


Рис. 1.2 – Анкерні болти, встановлювані до бетонування фундаментів:
а, б - знімні в трубчастій обоймі чи в перекритті фундаменту відповідно;
в - складений з анкерною шайбою;
г - знімний з елементами, що амортизують

Знімні фундаментні болти без амортизуючих і з амортизуючими елементами застосовують для кріплення важкого прокатного, ковальсько-пресового та іншого устаткування, що викликає великі динамічні навантаження, а також у випадках, коли в процесі експлуатації устаткування можлива заміна болтів. Фундаментні болти з елементами, що амортизують, забезпечують міцність з'єднання при менших глибинах закладень болтів у бетон у порівнянні з болтами без амортизуючих елементів за рахунок пружних деформацій тарілчастих пружин. При цьому необхідно передбачити можливість доступу до нижньої частини болтів.

Знімні болти цієї групи, як указувалося вище, встановлюють у масиві готового фундаменту за допомогою спеціальних конструктивних елементів [16,17,46,47,51,74,81]. Останні закладають у бетон при зведенні фундаментів. Знімні болти встановлюють без наступного заливання цементним розчином. Їх мож-

на встановлювати в трубчастій обоймі (рис. 1.2,а і 1.2,б) за допомогою сполучної муфти (рис. 1.2,в), з елементами, що амортизують, (рис. 1.2,г). Знімні болти цієї групи можна витягувати з кріпильного вузла шляхом відділення анкера від заставної частини. Однак заставні частини встановлюють в масиві фундаменту до його бетонування. Це є істотним недоліком, оскільки установка зазначених конструктивних елементів чи заставних частин вимагає використання складних кондукторних та інших подібних пристроїв для їхнього утримання в проектному положенні. Ці пристрої безповоротно витрачаються при бетонуванні фундаментів. До того ж близько 16% заставних частин у процесі бетонування збиваються від проектного положення. Це викликає необхідність проведення додаткових ремонтних робіт і, як наслідок цього, подорожчання такого типу кріплення.

Болти, встановлювані в шанцевих колодязях, допускається застосовувати тільки в тих випадках, коли з якихось причин вони не можуть бути встановлені в просвердлені свердловини. На рис. 1.3 наведені конструкції глухих болтів, встановлюваних у шанцевих колодязях, що утворюються у фундаментах в момент їхнього зведення. Анкерні болти такої конструкції рекомендується застосовувати діаметром $d_s = 10 - 48$ мм із глибиною закладення $l_{анк} = 25 - 35 d_s$.

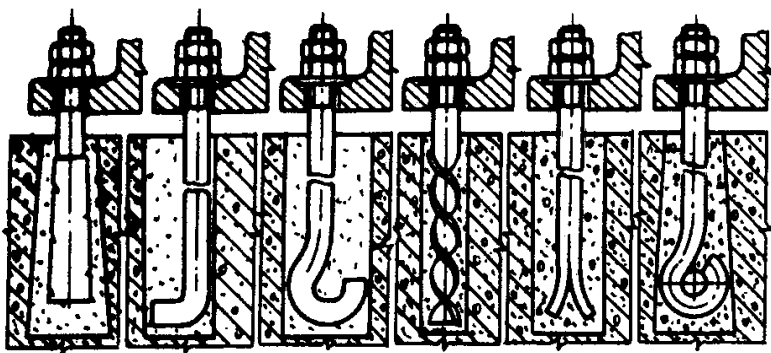


Рис. 1.3 – Глухі анкерні болти, встановлювані в шанцевих колодязях

Недоліком болтів цієї групи є: висока трудомісткість влаштування шанцевих колодязів, необхідність установки болтів до монтажу устаткування, великі неточності установки, що

призводить до додаткових витрат на виправлення, а також значний проміжок часу (4 - 28 доби) від установки до затягування болтів і прикладання до них навантажень.

Анкерні болти [4-6,10,16,17,24,47,48,52,59,60,75-78,80-82,84,98-105,108,124-126], встановлювані в готові фундаменти з просвердленими свердловинами, підрозділяються на прямі, що закріплюються за допомогою різних клеїв, конічні, що закріплюються за допомогою цементного закарбування, розпірних цанг і розпірних втулок, і складені з розпірним конусом. Болти з розпірними цангами і розпірними втулками дозволяють вводити кріплення в експлуатацію одразу після установки болтів у свердловини. Болти складені з розпірним конусом застосовують тільки для конструктивного закріплення устаткування.

Анкерні болти цієї групи не вимагають застосування спеціальних кондукторних чи інших підтримуючих пристроїв для утворення шансів і утримання заставних елементів у проектному положенні. Це помітно знижує вартість і трудомісткість анкероустановочних робіт.

Кріплення знімних болтів засновано на заклинюванні болта за допомогою спеціального пристрою в свердловині, пробуреної чи просвердленої в бетоні. Вони одержали назву самозаанкерувачів і знайшли широке поширення як у нас, так і за кордоном. Існує багато конструкцій самозаанкерувачів болтів. До них відносяться "ролболт", "дулексанкер", дюбелі типу ТЕП, ВНДІмонтажспецбуда, НДІЖБ і т.п.

Застосування вказаних вище кріплень дозволяє зменшити глибину закладення болта в порівнянні з болтами першої групи. Так, глибина закладення "ролболтов" (рис. 1.4) складає до 10 діаметрів. За кордоном анкерні болти розклинюючого типу, наприклад "ролболти", використовують дуже широко [3, 105,123]. У той же час їхня робота ще не зовсім зрозуміла, тому що невідома площа контакту між сегментом і бетоном. У зв'язку з цим у бетоні можуть виникати значні контактні напруження, що викликають його руйнування. "Ролболти" призначені для кріплення верстатів та іншого устаткування. Вони вставляються в задалегідь підготовлену свердловину у фундаменті. Принцип роботи "ролболтів" виражається в заклинюванні розсувних сегментів при висмикуванні болтів. Діаметр фундаментних болтів такого типу складає від 5 до 25 мм. Ці болти встановлюють у фундаментах та інших будівельних конструкціях, виготовлених

з бетону марки не нижче 100. Їх використовують в основному для кріплення устаткування, що не сприймає динамічних навантажень.

У будові розклинюючого болта типу "дуплексанкер" (рис. 1.5) є розширювальний конус і розсувні щоки [3,105]. При обертанні болта конус переміщується вгору, губки-сегменти розсовуються і відбувається заклинювання анкерного пристрою в свердловині. Болти такого типу складні у виготовленні, тому їх виготовляють зі стержнем діаметром до 20 мм, що обмежує їхнє застосування.

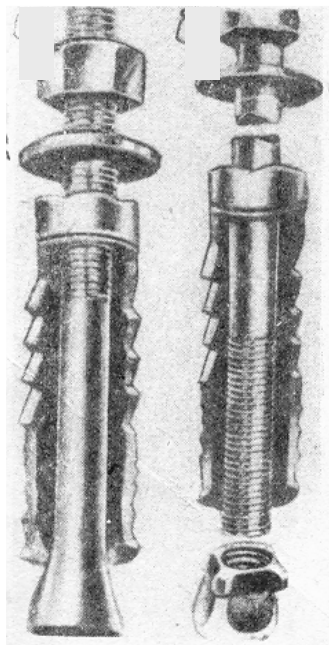


Рис. 1.4 – Розкриваючі анкери типу «ролболт»

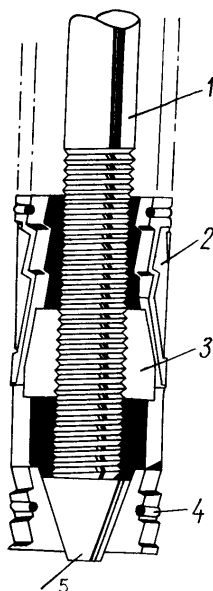


Рис. 1.5 - Розклинюючий анкер типу «дуплексанкер»: 1 - стержень; 2 - сегменти; 3 - гайка-розширник; 4 - пружинне кільце; 5 - розширювальний конус

У Німеччині [3,105,127-130] запропонована подібна конструкція анкерного болта (рис. 1.6), яка відрізняється тим, що при затягуванні болта конуси входять у розтискний елемент з торців.

Англійський варіант болтового кріплення [105,108,131] також заснований на роботі клина (рис. 1.7). Клиновий анкер забезпечує надійну роботу, оскільки тиск на стінки свердловини передається всією поверхнею щитків і в одній площині. Це дозволяє встановлювати болти на невеликому віддаленні від обріза фундаменту.

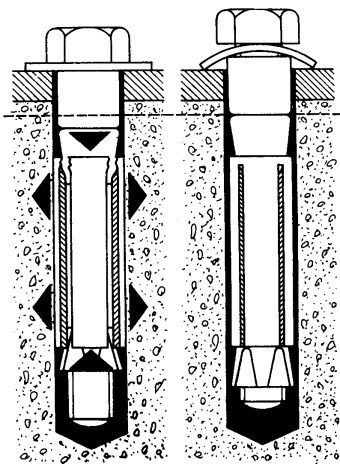


Рис. 1.6 – Двоконусний анкерний болт

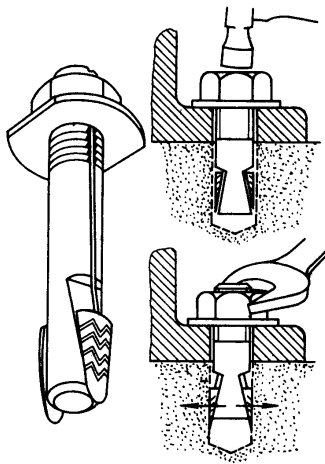


Рис. 1.7 – Клиновий анкерний болт

За кордоном також широко застосовують анкерні дюбелі, встановлювані в отвори, що просвердлюються [105,108,129, 133,135-137,139,143]. Вони розширюються біля дна отвору за рахунок розклинення насадженою конічною пробкою (рис. 1.8). Деякі типи дюбелів ("дріланкер", рис. 1.8) самі свердлять отвори. Для цього служать зубці на порожній частині дюбеля. Дюбель виготовляють з високоякісної сталі і піддають термообробці. До його недоліків відносяться висока вартість виготовлення, труднощі з установкою в залізобетоні та обмежений діаметр (до 16 мм).

Крім описаних вище типів самоанкерувачних болтів, одержали також поширення ущільнюючі анкери (рис. 1.9) [3, 105] діаметром до 32 мм і глибиною закладення 10 діаметрів болта. Їх рекомендується встановлювати в місцях з підвищеним змістом води. Ущільнювальні анкерні болти складаються із

загартованих сталевих сегментів і циліндричної та свинцевої голівки, що сприяє розвальцьовуванню сталевих сегментів і врізанню їх у стінки свердловини. Для збільшення надійності кріплення на болт надягають кілька ущільнюючих сегментів.

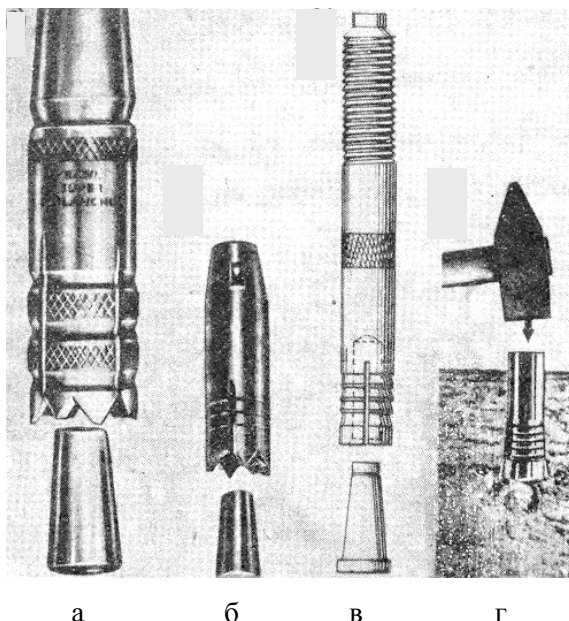


Рис. 1.8 – Анкерні дюбелі: а - самоанкерувочний дюбель «дріланкер»; б, в - дюбель, встановлюваний у просвердлений отвір; г - забивання дюбеля в бетон

Створені й широко використовуються розклинюючі болти типів ТЕП, ВДНІМонтажспецбуду, НДІЗБ.

Розклинюючі болти типу ТЕП розроблені Інститутом «Теплопроект» [105,108]. У його конструкцію (рис. 1.10) входять стержень з конічною голівкою і заклинююча трубка з прорізами на кінці. При установці спочатку злегка забивається розклинююча трубка, а потім нагвинчується гайка. У результаті входження конічної голівки болта в трубку кінець його розсовується і пристрій заклинюється в бетоні. Болти типу ТЕП застосовують не тільки для кріплення обладнання до фундаментів, але і для кріплення стінових панелей, опор трубопроводів, металевих площадок і т.п. до збірного залізобетону.

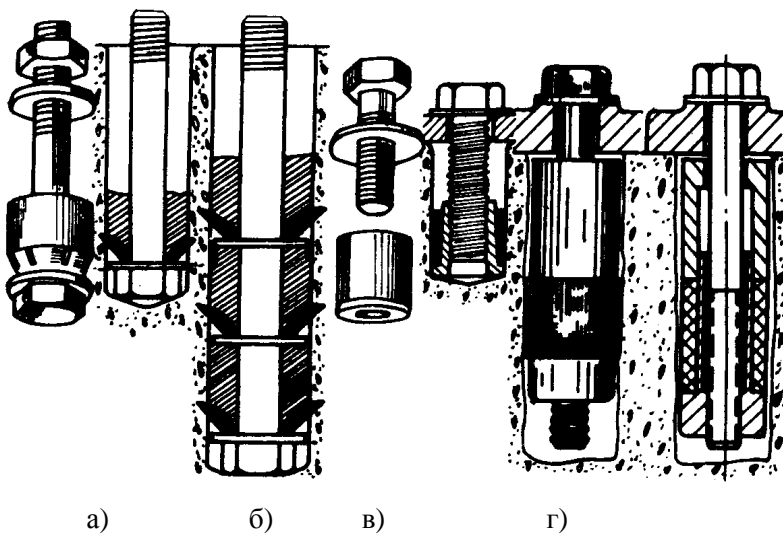


Рис. 1.9 – Ущільнюючі анкери: а - з однією циліндричною втулкою;
 б - з декількома; в - з конічною гайкою; г - з гумовою втулкою

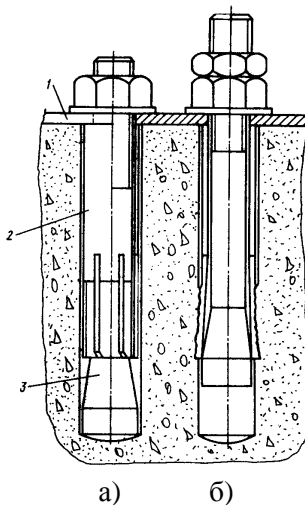


Рис. 1.10 – Розклинюючий анкер типу ТЭП:
 а - перед заклинюванням; б - після заклинювання;
 1 - устаткування, що закріплюється; 2 - трубка з прорізами; 3 - болт

Розклинюючі анкери ВНДІмонтажспецбуду [1,2,3, 105,108] розроблені декількох типів (рис. 1.11). Наведені на рис. 1.11,а,б анкери складаються з конічної шпильки і розширювальної трубки з прорізами, а на рис. 1.11,в - замість трубки з прорізами застосовані розрізні кільця. Інші типи анкерів (рис. 1.11,г,д) являють собою дюбелі. У них анкер, що має циліндричну трубку, насаджується на конусну пробку.

Відзначимо, що розклинюючі анкери типів ТЗП і ВНДІмонтажспецбуду мають незначну площу контакту з бетоном у свердловині, що може призвести до зминання бетону в місцях контакту.

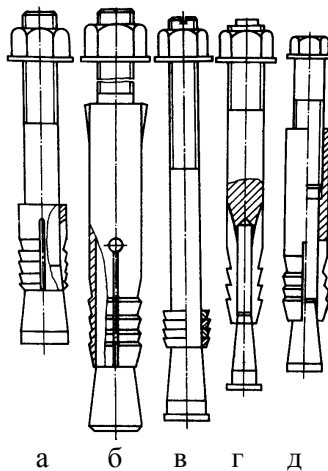


Рис.1.11 – Розклинюючі анкери, розроблені ВНДІмонтажспецбуд:
а, б - з конічною шпилькою і розширювальною трубкою з прорізами;
в - з конічною шпилькою з розрізними кільцями;
г, д - з розширювальним конусом і циліндричною трубкою (дюбелем)

Створені в НДІЗБ [16,17,47,80,84,105,108] самоанкеруючі конічні болти відрізняються від вищенаведених тим, що цанги їх усією зовнішньою поверхнею прилягають до бетону. Це забезпечує високу надійність роботи болтів. Самоанкерувочний болт НДІЖБа (рис.1.12) складається зі стержня з конічною нижньою частиною і цанг, стягнутих пружним кільцем. Конічні частини стержня і внутрішньої поверхні цанг мають однаковий кут нахилу, рівний $5-7^{\circ}$. При затягуванні болта конічна частина сте-

ржня, переміщаючись, розсовує цанги, в результаті чого відбувається заклинювання болта в свердловині. Ці болти менш металоемкі і прості у виготовленні, ніж болти, конструкції яких наведені раніше.

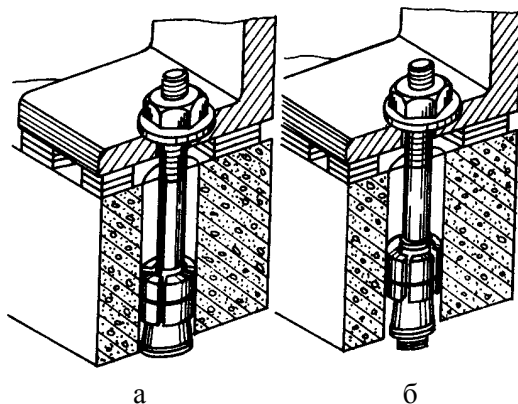


Рис. 1.12 – Самоанкерувачні конічні болти, розроблені в НДІЖБ:
а - з цангами і конічною шпилькою; б - з цангами і конічною гайкою

Знімні самоанкеруючі болти всіх типів можна експлуатувати відразу після установки і затягування. Крім того, їх можна витягувати з конструкції і повторно використовувати. До цих болтів не відносяться дюбелі.

Основними недоліками всіх знімних самоанкерувачних болтів є висока трудомісткість, складність і дорожня виготовлення. Крім того, для установки таких болтів необхідно бурити чи свердлити свердловини високої точності. Припустимі відхилення по діаметру болта складають 0,5 - 2 мм.

Цих недоліків позбавлені глухі болти (рис. 1.13), встановлювані в пробурені чи просвердлені в конструкціях свердловини і закріплені синтетичними клеями, твердими цементно-піщаними сумішами і цементними розчинами.

До цих болтів відносяться самоанкеруючі конічні болти НДІЖБа із закарбуванням цементним розчином (рис. 1.13,а). Глибина їхнього закладання складає 10 діаметрів болта. Застосовувати їх рекомендується з діаметром різьблення від М12 до М42.

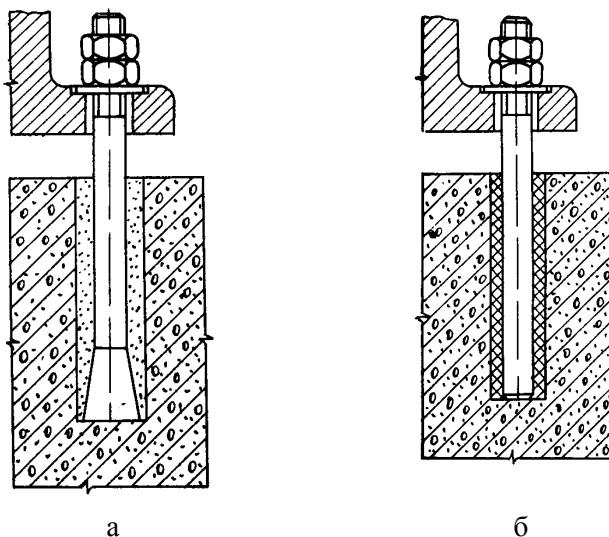


Рис. 1.13 – Глухі анкерні болти, встановлювані в отвори чи свердловини: а - кончні із закарбуванням цементним розчином; б - гладкі на клеях чи жорстких цементно-піщаних сумішах

На рис. 1.13,б наведені глухі болти, що закладаються в бетон на клеях (силоксанових, епоксидних й акрилових) і жорстких цементно-піщаних сумішах. Глибина їхнього закладення коливається від 8 до 10 діаметрів болта [4,5,6,23,47,52,55,65,66,67,73,77-82,96,100,102,103,108,111-118,124,137,141,143]. ДСТ 24379.0 і СНиП 2.09.03 рекомендують застосовувати анкерні болти з діаметром різьблення від М12 до М42. Але значна кількість експериментів [53,54,65-68,92-95,116,119,145] показала, що болти на акрилових клеях можна також застосовувати до діаметра різьблення М56.

1.2. Види опирання устаткування на фундаменти

Залежно від конструкції опирання устаткування на фундамент розрізняють три [16,17,47,80] види стиків «фундамент - устаткування» (рис. 1.14).

Опорні елементи, встановлені між фундаментом і опорною частиною станини устаткування, служать також для компе-

наслідки неточності розмірів і позначок готових фундаментів при установці устаткування в проектне положення.

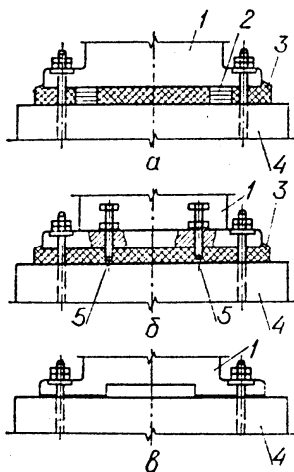


Рис. 1.14 – Конструкції стиків «фундамент - устаткування» з обпиранням устаткування: а - на металеві пакети (підкладки); б - на бетонну підливу при “безпідкладковому” методі монтажу устаткування; в - безпосередньо на фундамент; 1 - устаткування; 2 - металеві підкладки (пакети); 3 - бетонна підлива; 4 - фундамент; 5 - регулювальні (установні) болти

При застосуванні конструкції стику виду 1 (рис. 1.14,а) монтажні й експлуатаційні навантаження на фундамент передаються через окремі елементи (підкладки), що використовуються як постійні опори, підлива ж має допоміжне призначення. При конструкції стиків виду 2 чи 3 (рис. 1.14,б,в) експлуатаційні навантаження передаються на фундамент відповідно через бетонну підливу чи через вивірену поверхню фундаменту.

При закріпленні устаткування на фундаментах повинні переважно застосовуватися безпідкладкові методи монтажу.

Товщина шару підливи під устаткування при безпідкладковому монтажі допускається в межах 50...80 мм. При наявності на опорній поверхні устаткування ребер жорсткості зазор приймають від низу ребер.

Підлива виступає за опорну поверхню устаткування не менш ніж на 100 мм, при цьому її висота повинна бути більше

висоти основного шару підливи під устаткування не менш ніж на 30 мм і не більше товщини опорного фланця устаткування.

Клас бетону чи розчину при підливі устаткування повинен прийматися не нижче класу бетону фундаменту, а при безпідкладкових методах монтажу - на один ступінь вище.

1.3. Матеріал анкерних болтів

Марка сталей розрахункових болтів, експлуатованих при розрахунковій зимовій температурі зовнішнього повітря до -65°C включно, повинна призначатися відповідно до вказівок табл.1.1. Конструктивні фундаментні болти у всіх випадках повинні виготовляти зі сталі марки ВСт3кп2 за ДСТ 380-71*.

Таблиця 1.1 – Марка сталей розрахункових фундаментних болтів (ДСТ 24379.0-80)

Розрахункова зимова температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$	- 40° і вище	Від -40° до - 50°C	Від -51°C до - 65°C включно
Марка сталі	ВСт3кп2, ВСт3пс2, Ст20	09Г2С-6, 10Г2С1-6	09Г2С-8, 10Г2С1-8

Розрахункові фундаментні болти для кріплення устаткування виготовляють з вуглецевої сталі ВСт3пс2 за ДСТ 380-71* чи з конструкційної марки Ст20 за ДСТ 1050-74**.

При розрахунковій зимовій температурі зовнішнього повітря -40°C і вище допускається застосовувати болти діаметром 56 мм і більш з низьколегованої сталі марок 09М2С-2 і 10М2С1-2 за ДСТ 19281-73*.

Для кріплення ємностей і апаратів, призначених для обробки і збереження вибухонебезпечних продуктів, а також для кріплення апаратів колонного типу при розрахунковій температурі повітря до -30°C включно використовують сталь марки ВСт3пс3 (замість ВСт3пс2), від -31 до -40°C - марки Ст20 за ДСТ 1050-74**.

При розрахунковій температурі до -65°C низьколеговані марки сталей 09М2С-8 і 10М2С1-8 повинні мати ударну в'язкість не нижче 30 Дж/см^2 .

Питання для самоперевірки до розділу 1

1. Для чого необхідні анкерні болти?
2. Скільки мається груп глухих анкерних болтів?
3. Чим відрізняються глухі анкерні болти від знімних?
4. Від чого залежить глибина закладення анкерних болтів?
5. Чим відрізняються конструкції глухих анкерних болтів, що встановлюються до бетонування фундаменту, від конструкцій болтів, які встановлюють в існуючі чи готові фундаменти?
6. Які існують діапазони застосування глухих анкерних болтів залежно від їхньої конструкції?
7. Які існують види конструкцій знімних анкерних болтів?
8. Які існують конструкції стиків «фундамент-устаткування»?
9. Які види навантаження передаються на анкерні болти і фундаменти під устаткування?
10. Яким чином передається навантаження на фундамент залежно від способу обпирання устаткування на нього?
11. Від чого залежить застосування марок сталі для виготовлення анкерних болтів?
12. У яких випадках застосовують нелеговані і низьколеговані марки сталей анкерних болтів?
13. Які існують температурні режими для вибору марки сталі анкерних болтів?

Р о з д і л 2

МАТЕРІАЛИ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ ДЛЯ КРІПЛЕННЯ ГЛУХИХ АНКЕРНИХ БОЛТІВ У СВЕРДЛОВИНАХ

Як зазначалося вище, у даний час для кріплення болтів на готових фундаментах широко застосовують силосанові і полімерні (епоксидні, акрилові та ін.) клеї, жорсткі цементно-піщані суміші.

2.1. Епоксидні клеї

У епоксидних клеях, що використовуються для анкеро-установочних робіт зв'язуючим є епоксидно-діанові смоли, а наповнювачем - кварцовий пісок. Для затвердіння епоксидно-діанових смол при нормальній температурі 15°C і вище застосовують як затверджувач аміни (поліетиленполіамін, етилендіамін, гекса-метилдіамін, піперидин та ін.). Зажорсткілі епоксидні смоли ма-ють велику крихкість, тому для додання їм пластичності у них вводять: дибутилфталат, діоксилфталат, трикрезилфосфат та ін. [4,5,98,100,103].

У розроблених Харківським ПромстройНДПроектом [98] складах клеїв для установки фундаментних болтів використовують низькомолекулярні епоксидні смоли ЭД-16, ЭД-20 та ін., а в якості затверджувача -поліетиленполіамін (ПЭПА) і пластифікатора - дибутилфталат (ДФФ). У зажорсткілому стані не-наповнений епоксидний клей відрізняється високими міцнісними властивостями. Міцність на стиск його дорівнює 60,4, розтяг - 30, вигин - 77,3 МПа. Наповнений кварцовим піском із крупністю зерен 0,315 мм (300 мас-частин на 100 мас-частин ЕД) епоксидний клей має міцність на стиск - 54,9, розтяг - 8,2, вигин - 47 МПа.

При готуванні епоксидного клею необхідно дотримуватись строгого дозування затверджувача і пластифікатора, тому що збільшення їхньої кількості, наприклад, з 20 до 40 мас-частин знижує міцність клею відповідно на 50%.

Для кріплення болтів у готових фундаментах рекомендуються наступні склади клею: епоксидна смола ЕД-16 чи ЕД-20 - 100 мас-частин, затверджувач ПЕПА - 15 мас-частин, плас-

тифікатор ДБФ - 20 мас-частин, наповнювач - 200-300 мас-частин сухого кварцового піску з крупністю зерен від 0,16 до 0,63 мм. Міцність при стиску залежно від кількості наповнювача коливається від 40,0 до 60,0 МПа, а модуль пружності - від 3×10^3 до $4,5 \times 10^3$ МПа.

Епоксидний клей зазначеного складу має наступні технологічні властивості. Технологічна життєздатність при нормальній температурі навколишнього середовища залежно від складу клею коливається від 60 до 85 хв. Полімеризація при температурі більше 15°C - відбувається протягом 3 діб, а при температурі нижче 15°C - 10 діб. В'язкість епоксидного клею досить висока. Пластифікований клей без наповнювача при нормальній температурі має в'язкість за Суттардом 20 см, а клей, наповнений кварцовим піском - 10-14 см. При застосуванні епоксидного клею при температурі нижче 15°C перед заливанням у свердловину його потрібно підігрівати.

Для приготування клею слід застосовувати компоненти, що відповідають вимогам ДСТУ (табл. 2.1), мають заводські паспорти з відповідними термінами придатності з моменту виготовлення клею.

Клей першого складу застосовують на ділянках фундаменту, що прогріваються (на глибині закладення болта) до температури 50°C , другого - від 50 до 90°C і третього - до 100°C .

Компоненти клею треба зберігати в сухому приміщенні з дотриманням умов пожежної безпеки для легкозаймистих рідин.

До недоліків епоксидного клею відносяться:

- токсичність компонентів (крім наповнювача), що вимагає строгого дотримання спеціальних заходів з техніки безпеки;
- недостатня теплостійкість, що не допускає застосування клею при температурі нагрівання елементів понад 100°C ;
- при приготуванні епоксидного клею потрібне точне дозування затверджувача і пластифікатора, що викликає в умовах будівництва додаткові складності й ненадійність результату;
- у випадку виконання анкероустановочних робіт при температурі нижче 15°C застосування епоксидного клею вимагає додаткових заходів щодо підігріву клею та анкерів;
- висока вартість епоксидної смоли, її дефіцитність.

Таблиця 2.1 – Склади епоксидного клею

Складові клею	Умовні позначення	Вагові частини складових речовин клею			Нормативний документ
		1-го	2-го	3-го	
Епоксидний клей	ЕД-16 або ЕД-20	100	100	100	ГОСТ 10587
Поліетилен-поліамін	ПЕПА	15	15	7,5	ТУ 6-62-594-80Е
Метафенілен-діамін	МФД	-	-	7,5	ГОСТ 5826
Дибутилфталат	ДБФ	20	-	-	ГОСТ 8728
Поліефір-крилат	МГФ-9	-	10	10	ТУ 6-01-450-
Пісок вольський	ПВ	200	-	-	ГОСТ 6139
Пісок кварцовий з питомою поверхнею від 1000 до 2000 см ² /г	ПМ	-	200	200	-

Примітка: Когезійна міцність при стиску до ДСТ 4551 для 1-го складу має бути не нижче 50 МПа, а для 2-го і 3-го - 70-80 МПа.

2.2. Силоксановий клей

До складу силоксанового клею [81] входить 300 мас-частин їдкою натрієвого скла з модулем 1,8- 6,0, 600 мас-частин сухої меленої суміші, 200 мас-частин кварцового піску, а також 0,01% від маси сухої меленої суміші алюмінієвої пудри.

Рідке скло застосовують товарного постачання. Для зменшення його модуля в 1 кг рідкого скла вводять 70 г їдкою каїю у твердому вигляді. Суха мелена суміш складається з: 35% гранульованого доменного шлаку вологістю до 0,5%, 40% кварцового піску вологістю до 0,5% і 25% технічного кремнефтористого натрію. Складові меленої суміші використовують з питомою поверхнею, рівною 5000-7000 см²/м. Подрібнення здійснюється в кульовому млині періодичної дії. Мелену суміш потрібно оберігати від зволоження і забруднення при зберіганні. Міцність силоксанового клею на стиск через 28 діб твердіння при нормальній температурі складає більше 40 МПа.

Для приготування клею слід застосовувати компоненти, що відповідають вимогам ДСТУ (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Компоненти силоксанового клею

№ п.п	Найменування матеріалів за ДСТ	Держ- стандарт
1	Скло натрієве рідке	13078
2	Пісок для будівельних робіт	8736
3	Натрій кремнефтористий технічний	-
4	Доменний гранульований шлак з модулем основності вище одиниці*	-
5	Калій їдкий технічний	9285
6	Пудра алюмінієва	5494

* Можуть використовуватися гранульовані шлаки металургійних заводів Півдня України (Дніпропетровського, Запорізького, Дніпродзержинського), а також ливарних виробництв.

У табл. 2.3 наведений склад силоксанового клею.

Таблиця 2.3 – Склад силоксанового клею

Склад меленої сухої суміші, % за масою			Алюмінієва пудра понад 100% від меленої суміші	Склад клею, % за масою		
доменний шлак	кварцовий пісок	кремнефтористий натрій		мелена суха суміш	рідке скло	кварцовий природний пісок
35	40	25	0,01	50	30	20

Примітка: Коєзійна міцність клею на стиск після 28-добового збереження зразків 2 x 2 x 2 см на повітрі при температурі 18-20°C повинна бути не менш 40 МПа.

Істотним недоліком силоксанового клею є його багатокомпонентність, необхідність виробництва гідродомолу, неможливість застосування у випадку впливу на анкерне з'єднання високої вологості.

2.3. Жорсткі цементно-піщані суміші

При закріпленні фундаментних болтів шляхом віброзачепки застосовують жорсткі цементно-піщані суміші [77,80]. Склад їх залежить від температури навколишнього середовища, при якій виконуються роботи. При температурі середовища від

5 до 30⁰С для проведення анкероустановчих робіт рекомендується суміш, що складається з 100 мас-частин портландцементу марки 400, 100 мас-частин дрібного кварцового піску і 10 мас-частин технічної води. У воді не повинні бути присутніми домішки, що перешкоджають нормальному схоплюванню і зажорсткінню цементу. Кількість води коректується залежно від вологості піску. При температурі навколишнього середовища від 5 до -20⁰С до вищенаведеного складу цементно-піщаної суміші додають двокомпонентну добавку, що складається з вуглекислого калію і сірчаноокислого алюмінію. Склад добавки залежить від температури навколишнього середовища. У неї входять:

- при температурі від 5 до -5⁰С - 5 мас-частин вуглекислого калію і 1 мас-частина сірчаноокислого алюмінію;
- при температурі від - 6 до 40⁰С - 10 мас-частин вуглекислого калію і 1,5 мас-частин сірчаноокислого алюмінію;
- при температурі від -10 до -120⁰С - 16 мас-частин вуглекислого калію і 2 мас-частини сірчаноокислого алюмінію.

Для приготування цементно-піщаної суміші слід застосовувати матеріали, що відповідають вимогам ДСТ (табл. 2.4).

Таблиця 2.4 – Склад цементно-піщаної суміші

Температура зовнішнього повітря при установці болтів, ⁰ С	Склад суміші, вагові частини					Технологічна життєздатність, хв
	портланд-цемент М400 (ГОСТ 10178)	пісок дрібний для будівельних робіт (ГОСТ 8736)	вода технічна (ГОСТ 2874)	калій вуглекислий (поташ) (ГОСТ 10690)	алюміній сірчано-кислий (ГОСТ 8758)	
Від +5 до +30	100	100	10	-	-	120
Від +5 до -5	100	100	10	5	1	30
Від -5 до -10	100	100	10	10	1,5	30
Від -10 до -20	100	100	10	15	2	30

Складові суміші зберігають у сухому приміщенні: цемент і вуглекислий калій - у герметичній тарі, сірчаноокислий алюміній може зберігатися у відкритій тарі, але при температурі не нижче +10⁰С, тому що при більш низькій температурі він поглинає воду.

Цементно-піщану суміш виготовляють безпосередньо в зоні анкероустановочних робіт механізованим способом, використовуючи мішалки (бігунки) типу ЛБ-2.

2.4. Акриловий клей

Склад акрилового клею розроблений у Харківській національній академії міського господарства. Тут були проведені комплексні дослідження адгезійних, когезійних і технологічних властивостей, а також довговічності акрилового клею [13-14,27-45,109-112,145,146].

Акриловий клей складається з полімерного в'язучого і наповнювача. Як полімерне в'язуче застосовується акрилова пластмаса АСТ-Т, що являє собою компаунд холодного затвердіння типу порошок-рідина. Компоненти АСТ-Т випускає завод-виготовлювач. Поставляються вони в комплекті. Порошкоподібний компонент АСТ-Т - це високомолекулярна речовина, що являє собою суспензійний полімер на основі метилметакрилату (поліметилметакрилат). Рідкоподібний компонент (далі затверджувач) акрилових самотвердіючих пластмас АСТ-Т – метиловий ефір метакрилової кислоти (мономер метилметакрилату).

Затвердіння акрилової пластмаси здійснюється мимовільно при нормальній температурі за рахунок полімеризації, заснованої на реакції окислювально-відновних систем. Як наповнювач може використовуватися кварцовий пісок із крупністю зерен від 0,16 до 0,63 мм. Пісок повинен бути сухим, без сторонніх домішок і включень.

Для підвищення адгезійних, когезійних, технологічних та ін. властивостей можуть застосовуватися модифікатори.

2.4.1. Технологічні властивості акрилового клею

При приготуванні акрилового клею змішують полімер із затверджувачем і після набрякання цієї пластмаси вводять у неї кварцовий пісок.

Набрякання виражається у збільшенні об'єму (маси) полімерів у результаті поглинання ними низькомолекулярної рідини (затверджувача) після їхнього змішування. При набряканні маси пластмаса проходить такі стадії:

- змочування полімерних часток без внутрішнього просочення;

- набрякання полімерних часток з поверхні і часткове розчинення їх у мономері - маса стає липкою;

- подальша дифузія мономера всередину часток, у результаті чого зменшується кількість вільного мономера - маса втрачає липкість. Після набрякання вводять наповнювач.

У процесі набрякання підвищується в'язкість компаунда, причому на кінцевому етапі набрякання в'язкість може мати різні значення. Так, початкова в'язкість (у момент змішування полімеру й затверджувача) компаунда, що складається з 100 мас-частин затверджувача і 100 мас-частин полімеру, незалежно від температури навколишнього середовища дорівнює 4 сек. (за віскозиметром ВЗ-1). Зі збільшенням кількості затверджувача від 60 до 160 мас-частин на 100 мас-частин полімеру початкова в'язкість зменшується від 14,4 до 2,2 сек. В'язкість компаунда після завершення набрякання складає 27сек. і не змінюється ні від температури навколишнього середовища, ні від складу компаунда.

Низька в'язкість акрилового компаунда дозволяє високо наповнювати його кварцовим піском. При цьому акриловий клей володіє гарним укладанням і низькою в'язкістю, що не залежить від температури навколишнього середовища.

Дослідження показали, що наповнюваність акрилового клею залежить від складу компаунда і крупності зерен піску. Так, зі збільшенням кількості затверджувача з 60 до 200 мас-частин на 100 мас-частин полімеру, наповнюваність кварцовим піском із крупністю зерен 0,16 мм збільшується з 160 до 700 мас-частин.

При введенні в клей, що складається з 100 мас-частин полімеру і 100 мас-частин затверджувача, кварцового піску з крупністю зерен 0,16, 0,315, 0,63 мм і вольського піску максимальна наповнюваність відповідно склала 300, 500, 800 і 700 мас-частин від маси затверджувача.

У результаті досліджень встановлено, що для кріплення фундаментних болтів рекомендується такий склад акрилового клею: затверджувач - 100 мас-частин; полімер - 100 мас-частин; кварцовий пісок із крупністю зерен 0,16 мм - не більше 180 мас-частин, 0,315 мм - 300 мас-частин, 0,63 мм - 400 мас-частин, вольський пісок - 350 мас-частин. При цьому в'язкість клею за

віскозиметром Суттарда (розпливання на склі) складає 24 см незалежно від температури навколишнього середовища.

Однієї з найважливіших технологічних характеристик клею є його життєздатність, тобто проміжок часу, протягом якого його можна застосовувати для виконання анкероустановочних робіт.

Дослідження свідчать, що технологічна життєздатність акрилового клею залежить від його складу і температури середовища. Так, цей показник для акрилового клею, що складається з 100 мас-частин полімеру, 100 мас-частин затверджувача і 150 мас-частин кварцового піску з крупністю зерен до 0,16 мм при температурі середовища, рівній 25, 20, 15, 10⁰С, відповідно складає 16, 36, 70 і 250 хвилин. Життєздатність клею зростає зі збільшенням кількості затверджувача у складі компаунда. Так, при нормальній температурі навколишнього середовища зі збільшенням кількості рідини з 60 до 120 мас-частин у клеї, що складається з 100 мас-частин полімеру і 150 мас-частин кварцового піску з крупністю зерен до 0,16 мм від ваги рідини, життєздатність його підвищується з 6 до 36 хв.

Збільшення кількості наповнювача в акриловому клеї також приводить до деякого зростання його життєздатності. Наприклад, акриловий клей, що складається з 100 мас-частин затверджувача, 100 мас-частин полімеру і 150 мас-частин кварцового піску з крупністю зерен 0,63 мм, має життєздатність 33 хв при нормальній температурі. Зростання в ньому кількості кварцового піску до 200, 300 і 400 мас-частин приводить до збільшення життєздатності відповідно до 36, 42 і 50 хв.

Затвердіння акрилового клею відбувається мимовільно при позитивній температурі за рахунок полімеризації мономера. Акрилова пластмаса АСТ-Т полімеризується без виділення побічних речовин, оскільки вихідний мономер з'єднується за реакцією ущільнення з розкриттям ненасичених зв'язків. Відсутність виділення побічних речовин позитивно позначається на якості клейового шва і міцності матеріалу. При одній і тій же температурі навколишнього середовища кінетика полімеризації для різних складів ідентична. Це можна простежити за внутрішньою температурою полімеризованого акрилового клею, що змінюється в результаті виділення екзотермічного тепла. Так, при температурі навколишнього середовища 22-24⁰С на початковій стадії процесу полімеризації внутрішня температура клею росте

повільно, досягаючи протягом 20 хв для усіх складів у середньому 30-35⁰С. Потім протягом 1-4 хв. вона різко підвищується до екзотермічного піка, рівного 80-105⁰С, з наступним зниженням до температури середовища в середньому через 240 хв після змішування компонентів. При цьому після досягнення клеєм у період дополімеризації температури 30⁰С подальше її зниження в часі протікає однаково, незалежно від величини екстремальної температури і складу клею.

Склад акрилового клею незначно впливає на кінетику полімеризації. Зі збільшенням кількості затверджувача з 80 до 160 мас-частин на 100 мас-частин полімеру час настання екстремального піка зростає в середньому на 10 хв і складає: при 60 мас-частин затверджувача 103⁰С, при 100 мас-частинах - 105⁰С, при 140 мас-частинах - 99,5⁰С, при 160 мас-частинах - 98⁰С.

У цьому випадку в клей вводили кварцовий пісок крупністю до 0,16 мм у кількості 150 мас-частин від ваги рідини.

Крупність наповнювача і його кількість також впливають на кінетику полімеризації композиції. Клей, що складається з 100 мас-частин затверджувача і 100 мас-частин полімеру, наповнений кварцовим піском із крупністю зерен 0,315 мм у кількості 200 і 300 мас-частин, має величину екзотермічного піка 105 і 82⁰С, що наставав відповідно через 39 і 43 хв. від початку змішування порошку і рідини.

Клей, що складається з 100 мас-частин полімеру і 100 мас-частин рідини, наповнений піском із крупністю зерен до 0,63 мм у кількості 200, 300 і 400 мас-частин, має величину екзотермічного піка 103, 86 і 79⁰С, що наставав відповідно через 36, 44 і 53 хв.

Інтенсивне затвердіння відбувається в період різкого підвищення внутрішньої температури полімеризованого клею. Це підтверджується також збільшенням швидкості проходження ультразвуку через зразки клею за цей же час у 4-6 разів у порівнянні з початковою. Надалі зростання швидкості ультразвуку незначне. При температурі навколишнього середовища, рівній 22-24⁰С, через 130-140 хв. від початку змішування полімеру й затверджувача швидкість проходження ультразвуку для всіх складів стабілізується. Внутрішня температура клею при цьому складає 30-34⁰С. Величина швидкості проходження ультразвуку залежно від складу клею змінюється незначно - у межах (2,6-3,4)х10⁵ см/сек. Протягом перших двох годин з моменту змішу-

вання порошку і рідини при нормальній температурі навколишнього середовища, незалежно від складу клею міцність його досягає 70%. Температура середовища впливає на кінетику полімеризації композиції. При зниженні температури навколишнього середовища тривалість полімеризації збільшується.

При затвердінні акрилового клею, що складається з 100 мас-частин полімеру, 100 мас-частин рідини і кварцового піску з крупністю зерен 0,16 мм 150 мас-частин, екзотермічний пік настає при температурі навколишнього середовища, рівній 24⁰С через 45 хв., а при 10⁰С - через 292 хв. при величині екстремальних температур відповідно 105 і 69⁰С. У період дополімеризації акриловий клей досягає температури навколишнього середовища 24⁰С через 220 хв., а 10⁰С - через 460 хв.

Наведені результати досліджень дозволяють стверджувати, що акриловий клей володіє високими технологічними властивостями. Він простий і надійний у приготуванні, має низьку в'язкість, причому остання не залежить від температури навколишнього середовища. Це дає змогу заливати його в свердловину при будь-якій температурі навколишнього середовища і незначній відстані між поверхнею анкера і стінкою свердловини.

2.4.2. Когезіонні властивості акрилового клею

Акриловий клей має високу когезіонну міцність. Вона залежить від складу компаунда, кількості й крупності наповнювача [31,32,34,44,45]. Досліди показали, що зі збільшенням кількості полімеру в складі пластмаси міцність клею зростає незначно. Так, зі збільшенням кількості полімеру з 70 до 150 мас-частин міцність клею на стиск підвищилася з 64,19 до 71,29 МПа, на розтяг - від 14,86 до 14,54 МПа і на згин - з 34,78 до 35,91 МПа. Кількість затверджувача при цьому складала 140 мас-частин, а наповнювача - кварцового піску з крупністю зерен 0,16 мм - 160 мас-частин.

Зі збільшенням крупності зерен наповнювача спостерігається зменшення міцності клею. Наприклад, для акрилового клею, що складається з 100 мас-частин полімеру, 100 мас-частин затверджувача і 120 мас-частин кварцового піску міцність на стиск, розтяг і згин відповідно складала: при використанні кварцового піску з крупністю зерен 0,16 мм 77,68, 20,89, 53,13 МПа;

із крупністю до 0,315 мм - 77,63, 18,20, 42,98 МПа; із крупністю до 0,63 мм - 74,05, 17,39, 35,46 МПа.

На міцність акрилового клею значний вплив справляє кількість наповнювача. Наприклад, при збільшенні кількості піску з крупністю зерен 0,315 мм із 100 до 600 мас-частин міцність клею на стиск зменшується з 77,66 до 19,83 МПа, розтяг - з 18,20 до 2,36 МПа, згин - з 42,96 до 6,68 МПа. Збільшення кількості кварцового піску з крупністю зерен 0,63 мм із 100 до 600 мас-частин призводить до зменшення міцності на стиск із 74,05 до 9,99 МПа, розтяг - з 17,39 до 1,03 МПа, згин - з 35,46 до 2,46 МПа. При тому самому складі акрилового компаунда таке помітне зниження міцності клею зі збільшенням кількості наповнювача пояснюється недостатньою змочуваністю його поверхні пластмасою.

Дослідження показали, що оптимальний склад (виходячи з технологічності їх для ведення анкероустановочних робіт) мають акрилові клеї, що складаються з 100 мас-частин полімеру, 100 мас-частин затверджувача і кварцового піску в кількості 150 мас-частин (із крупністю зерен 0,16 мм), або 200 мас-частин (із крупністю зерен 0,315 мм), або 300 мас-частин (із крупністю зерен 0,63 мм). Ці клеї мають високу когезійну міцність: перший склад має міцність на стиск 90,65 МПа, розтяг - 18,46 МПа і згин 40,77 МПа; другий - відповідно 32,0, 16,9 і 43,22 МПа; третій - відповідно 67,18, 14,87 і 32,68 МПа. Крім того, ці клеї мають високий коефіцієнт однорідності – від 0,76 до 0,92.

Дослідження також свідчать, що когезійна міцність акрилових клеїв не поступається когезійній міцності епоксидних клеїв, широко застосовуваних для анкероустановочних робіт. Акрилові клеї мають високу довговічність.

Дослідження морозостійкості показали наступне. При багаторазовому заморожуванні й відтаванні зразків акрилового клею міцність при стиску через 20 циклів заморожування зменшилася на 10%. Потім вона почала зростати і до 140 циклів досягла свого початкового значення. Збільшення міцності спостерігалось до 180 циклів і склало 2,1% у порівнянні з початковою величиною. Надалі (до 500 циклів) істотних змін міцності не спостерігалось.

У зразків акрилових клеїв після витримування у відпрацьованому машинному маслі протягом 700 діб міцність через 10

діб збільшилася: на стиск – на 11,3, розтяг – на 16,01, згин – на 14,7%. Надалі істотних змін міцності не спостерігалось.

Витримування аналогічних зразків у водяному середовищі показало зменшення міцності: на стиск через 160 діб - на 15,1, на розтяг через 120 діб – на 22,7 і на згин через 200 діб - на 18,3%. Надалі (до 700 діб впливу) значного зменшення міцності не спостерігалось.

Питання для самоперевірки до розділу 2

1. Які застосовуються матеріали для закладення анкерних болтів у бетон готових чи існуючих фундаментів?
2. Які полімерні клеї застосовуються для закладення анкерних болтів і їх фізико-механічні властивості?
3. Технологічні властивості клеїв, застосовуваних для кріплення анкерних болтів?
4. Час твердіння клеїв і цементно-піщаних сумішей і від чого він залежить?
5. Від чого залежать склад клеїв і сумішей, застосовуваних для закладення болтів?

РОЗРАХУНОК І ПРОЕКТУВАННЯ АНКЕРНИХ БОЛТІВ

3.1. Розрахунок анкерних болтів

Анкерні болти (далі - болти) для кріплення будівельних конструкцій і устаткування до бетонних і залізобетонних елементів (фундаментів, силових полів, стін і т.п.) застосовують при розрахунковій температурі зовнішнього повітря до -65°C .

У випадку нагрівання бетону конструкцій, в які закладають болти, понад 50°C в розрахунках повинен враховуватися вплив температури на міцнісні характеристики матеріалу конструкцій, болтів, підлив, клейових складів і т.п.

Розрахункові технологічні температури встановлюються завданням на проектування.

Болти, призначені для роботи в умовах агресивного середовища і підвищеної вологості, слід проектувати з урахуванням додаткових вимог, запропонованих СНиП 2.03.11-85.

При наявності відповідного обґрунтування допускається застосування інших способів закріплення устаткування на фундаментах (наприклад, на віброгасниках, клеї та ін.).

За умовами експлуатації болти підрозділяються на розрахункові й конструктивні. До розрахункових відносяться болти, що сприймають навантаження, які виникають при експлуатації будівельних конструкцій чи роботі устаткування. До конструктивних відносяться болти, що передбачаються для кріплення будівельних конструкцій і устаткування, стійкість яких проти перекидання чи зрушення забезпечується власною вагою конструкції або устаткування. Конструктивні болти призначаються для рихтування будівельних конструкцій і устаткування під час їхнього монтажу і для забезпечення їх стабільної роботи при експлуатації, а також для запобігання їх випадкових зсувів.

Будівельними нормами СНиП 2.09.03-85 «Спорудження промислових підприємств» болти з відгином і анкерною плитою рекомендується застосовувати для кріплення конструкцій і устаткування без обмежень, а болти, встановлювані в свердловини, використовувати для кріплення будівельних конструкцій і устаткування, що не зазнають значних динамічних навантажень.

Для кріплення несучих колон будинків і споруд, обладнаних мостовими кранами, а також для висотних будинків і споруд, вітрове навантаження для яких є основним, не допускається застосовувати болти, встановлювані в свердловини, за винятком болтів з конічним кінцем, установлюваних способом віброзаглиблення з глибиною закладення не менше $20d_s$.

Разом з тим випробування анкерних болтів на модифікованих акрилових клеях щодо визначення міцності їхнього закладання в бетон при короткочасних, тривалих і динамічних впливах [65-72,88-95,110-119] показали, що такі клейові анкери можуть використовуватися для кріплення будівельних конструкцій і устаткування при дії на них різних видів навантажень.

Розрахункові опори металу болтів розтягу R_s приймають за СНиП П-23-81* «Сталеві конструкції. Норми проектування».

Навантаження, що діють на болти, за характером впливу підрозділяються на статичні й динамічні. Величина, напрямок і характер навантажень від устаткування на болти повинні вказуватися у завданні на проектування фундаментів під устаткування.

Після установки будівельних конструкцій, устаткування і болтів у проектне положення вони повинні бути затягнуті на величину попереднього затягування F , яка для статичних навантажень приймається рівною $0,75P$, для динамічних навантажень $1,1P$ - розрахункове навантаження, що діє на болт.

Згідно з [96] площа поперечного перерізу болта (за різьбленням) визначається з умови міцності за формулою

$$A_s = \frac{k_0 P}{R_s}, \quad (3.1)$$

де $k_0 = 1,35$ - для динамічних навантажень; $k_0 = 1,05$ - для статичних навантажень.

Для знімних болтів з анкерними плитами, установлюваних вільно в трубі, коефіцієнт k_0 для динамічних навантажень приймають рівним 1,15.






При дії динамічних навантажень переріз болтів, визначений за формулою (3.1), треба перевірити на витривалість за формулою

$$A_s = \frac{1,8 \chi \mu P}{\alpha R_s}, \quad (3.2)$$

де χ - коефіцієнт навантаження, прийнятий за табл. 3.1 залежно від конструкції болта; μ - коефіцієнт, прийнятий за табл. 3.2 залежно від діаметра болта; α - коефіцієнт, що враховує число циклів навантаження і прийнятий за табл. 3.3.

При розрахунку кріплень будівельних конструкцій зусилля попереднього затягування і площу перерізу болтів визначають як для статичних навантажень, якщо в проекті немає спеціальних вказівок.

Таблиця 3.1 – Значення коефіцієнтів навантаження χ і стабільності затягування залежно від конструкції анкерних болтів

Конструкція болта	З відгином	З анкерною плитою		Прямий	Конічний (розпирний)
		глухий	знімний		
Діаметр болта (за різьбленням), d , мм	12-48	12-140	56-125	12-48	6-48
Ескіз					
Мінімальна глибина закладення $l_{анк}$	$25d$	$15d$	$30d$	$10d$ $(8d)^1$	$10d$ $(8d)^1$
Найменша відстань між болтами	$6d$	$8d$	$10d$	$5d$	$8d$
Найменша відстань від осі болта до грані фундаменту	$4d$	$6d$	$6d$	$5d$	$8d$
Коефіцієнт навантаження χ	0,4	0,4	0,25	0,6 $0,365^2$	0,55
Коефіцієнт стабільності затяжки k	1,9 $(1,3)^3$	1,9 $(1,3)$	1,5	2,5(2) $1,95(1,49)^4$ $1,82(1,43)^5$	2,3(1,8)

Примітки:

1. У дужках дана глибина закладення для болтів, що встановлюються на модифікованих акрилових клеях, а для конічних (розпирних) – діаметром до 16 мм.

2. У дужках наведені значення коефіцієнта k для статичних навантажень.

3. Значення χ для анкерів, забитих за допомогою модифікованих акрилових клеїв.

4. Значення коефіцієнта k для болтів, що закладені на модифікованих акрилових клеях на глибину $8 d_s$.

5. Значення коефіцієнта k для болтів, що закладені на модифікованих акрилових клеях на глибину $10 d_s$.

Таблиця 3.2 – Значення коефіцієнта μ , що враховує масштабний фактор болта

Коефіцієнт μ	Діаметр болта, мм
0,9	10-12
1	16
1,1	20-24
1,3	30-36
1,6	42-48
1,8	56-72
2	80-90
2,2	100-125
2,5	140

Таблиця 3.3 – Значення коефіцієнта α , що враховує число циклів навантаження болта

Коефіцієнт α	Число циклів навантаження
3,15	$0,05 \cdot 10^6$
2,25	$0,2 \cdot 10^6$
1,57	$0,8 \cdot 10^6$
1,25	$2 \cdot 10^6$
1	$5 \cdot 10^6$ і більш

При груповій установці болтів для кріплення устаткування значення розрахункового навантаження P , що припадає на один болт, слід визначати для найбільш навантаженого болта за формулою

$$P = \frac{N}{n} + \frac{My_1}{\sum y_i^2}, \quad (3.3)$$

де N - розрахункова поздовжня сила; M - розрахунковий згинальний момент; n - загальне число болтів; y_1 - відстань від осі повороту до найбільш вилученого болта в розтягнутій зоні стику; y_i - відстань від осі повороту до i -го болта, при цьому враховуються як розтягнуті, так і стиснуті болти.

Вісь повороту допускається приймати такою, що проходить через центр ваги опорної поверхні устаткування чи башмака колон.

Для наскрізних сталевих колон, що мають роздільні башмаки, величину розрахункового розтягуючого навантаження, що приходить на один болт, слід визначати за формулою

$$P = (M - Nb)/nh, \quad (3.4)$$

де N і M - поздовжня сила і згинальний момент у наскрізній колоні на рівні верху фундаменту; h - відстань між осями віток колони; n - кількість болтів кріплення вітки колони; b - відстань від центра ваги перерізу колони до осі стиснутої вітки.

Для башмаків сталевих суцільних колон значення розрахункового навантаження, що приходить на один розтягнутий болт, слід визначати за формулою

$$P = (R_b b_s x - N)/n, \quad (3.5)$$

де N - поздовжня сила в колоні; R_b - розрахунковий опір бетону фундаменту осьовому стиску, приймається залежно від класу бетону за табл. 3.4; n - кількість розтягнутих болтів, розташованих з однієї сторони бази колони; b_s - ширина опорної плити бази колони; x - висота стиснутої зони бетону під опорною плитою бази колони визначається за формулою

$$x = l_a - \sqrt{\frac{l_s^2 - 2N(e_0 + c)}{R_b b_s}}, \quad (3.6)$$

де l_a - відстань від рівнодіючих зусиль у розтягнутих болтах до протилежної грані плити; c - відстань від осі колони до осі болта; e_0 - ексцентриситет додатку навантаження; l_s - довжина опорної плити бази колони.

Таблиця 3.4 – Розрахунковий опір бетону осьовому стиску

Клас бетону	R_b , МПа
B10	5,8
B12,5	7,3
B15	8,7
B20	11,5
B25	14,5
B30	17

Висота стиснутої зони χ обмежується умовою

$$\chi \leq \zeta_R l_a, \quad (3.7)$$

де

$$\zeta_R = \frac{0,85 - 0,008 R_b}{1 + \frac{R_s}{400} \left(1 - \frac{0,85 - 0,008 R_b}{1,1} \right)}. \quad (3.8)$$

У формулі (3.8) R_b і R_{ba} в МПа.

У тих випадках, коли $\chi > \zeta_R l_a$, слід підвищити клас бетону фундаменту або збільшити опорну плиту, чи передбачити непряме армування.

Величину зусилля попереднього затягування болтів F_1 для сприйняття горизонтальних (зсувних) зусиль у площині сполучення устаткування з фундаментом для зсувостійких з'єднань (не допускаючих зсуву опорної конструкції на величину зазору між стержнем болта і стінками отвору в стакані) треба визначати за формулою

$$F_1 = k \frac{Q - Nf}{nf}, \quad (3.9)$$

де k - коефіцієнт стабільності затягування, прийнятий за табл. 3.1; Q – розрахункова зсувна сила, що діє в опорній площині; N - нормальна сила; f - коефіцієнт тертя, прийнятий рівним 0,25; n - число болтів.

При спільній дії вертикальних і горизонтальних (зсувних) сил значення зусилля затягування F_0 знаходиться за формулою

$$F_0 = F + F_1 / k. \quad (3.10)$$

Площа поперечного перерізу болту за різьбленням в цьому випадку визначається за формулою

$$A_s = \frac{kk_0 P + F_1}{kR_s}. \quad (3.11)$$

У зсуводопускних з'єднаннях зсувна сила, Q сприймається за рахунок опору стержня болта зрізу і визначається за формулою

$$Q \leq 0,6A_s R_s n. \quad (3.12)$$

При спільній дії осевих P і зсувних Q зусиль їхні припустимі величини можуть бути визначені за формулами

$$P \leq 0,6A_s R_s n, \quad (3.13)$$

$$Q \leq 0,4A_s R_s n. \quad (3.14)$$

Величина зусилля попереднього затягування болтів F_2 у цьому випадку повинна визначатися за формулою

$$F_2 = \frac{kA_s R_s}{2}. \quad (3.15)$$

Зсувну силу, Q , що діє в площині згинального моменту, для наскрізних сталевих колон, які мають роздільні башмаки під вітки колони, допускається сприймати силою тертя під стиснутою віткою колони, що задовольняє умову

$$Q \leq \frac{f[M + V(h - b)]}{h}. \quad (3.16)$$

Зсувну силу для сталевих суцільних колон, а також для наскрізних колон при дії зсувної сили, перпендикулярно до площини згинального моменту (зв'язеві колони) допускається сприймати силою тертя від дії поздовжньої сили і сили затягування болтів і визначати за формулою

$$Q \leq f \cdot \left(\frac{nA_s R_s}{4} + N \right). \quad (3.17)$$

Болти необхідно затягувати, як правило, з контролем величини крутного моменту $M_{\partial\partial}$, Н·м, значення якого знаходять за формулою

$$M_{\partial\partial} = F \zeta, \quad (3.18)$$

де ζ - коефіцієнт, що враховує геометричні розміри різьблення, тертя на торці гайки й у різьбленні, приймають за табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Значення коефіцієнта, що враховує геометричні розміри різьблення і тертя на торці гайки

Діаметр болта,	ζ , м	Діаметр болта,	ζ , м
10	$2 \cdot 10^{-3}$	56	$1,4 \cdot 10^{-2}$
12	$2,4 \cdot 10^{-3}$	64	$1,7 \cdot 10^{-2}$
16	$3,2 \cdot 10^{-3}$	72	$1,9 \cdot 10^{-2}$
20	$4,4 \cdot 10^{-3}$	80	$2,1 \cdot 10^{-2}$
24	$5,8 \cdot 10^{-3}$	90	$2,3 \cdot 10^{-2}$
30	$7,5 \cdot 10^{-3}$	100	$2,5 \cdot 10^{-2}$
36	$9 \cdot 10^{-3}$	110	$2,8 \cdot 10^{-2}$
42	$1,1 \cdot 10^{-2}$	125	$3,2 \cdot 10^{-2}$
48	$1,2 \cdot 10^{-2}$	140	$3,5 \cdot 10^{-2}$

Мінімальну глибину закладання болтів із сталі марки ВСтЗкп2 слід приймати за табл. 3.1. При інших марках сталі болтів чи іншому класі бетону за міцністю на стиск мінімальну глибину закладення $l_{\text{аіе}}_0$ треба визначати за формулою

$$l_{\text{аіе}}_0 \geq l_{\text{аіе}} m_1 m_2, \quad (3.19)$$

де m_1 - відношення розрахункового опору розтягання бетону класу В12,5 до розрахункового опору бетону прийнятого класу; m_2 - відношення розрахункового опору розтягання металу болтів прийнятої марки сталі до розрахункового опору сталі марки ВСтЗкп2.

Для болтів діаметром 24 мм і більше, встановлюваних у свердловини готових фундаментів, коефіцієнт m_1 слід приймати рівним 1,0.

Значення розрахункових опорів бетону розтягання R_{bt} залежно від класу бетону наведені в табл. 3.6.

Для зазначених класів бетону мінімальну глибину закладення дюбеля-втулки розпірної слід приймати $l_{\text{анк}} = 6d_s$, з урахуванням величин таких розрахункових параметрів: коефіцієнта навантаження $\chi = 0,4$; коефіцієнта стабільності за-тягування $k = 1,3$ (при динамічних впливах $k = 1,9$); відстані між осями дюбелів не менше $5d$, від краю фундаменту до осі дюбеля - $6d$.

Таблиця 3.6 – Розрахунковий опір бетону розтягу

Клас бетону	R_{bt} , МПа
B10	0,61
B12,5	0,7
B15	0,8
B20	0,95
B25	1,1
B30	1,2

Глибину закладення розпірних дюбелів, встановлюваних у менш жорсткі матеріали (цегла, керамзитобетон), треба збільшувати на $2d_s$ у порівнянні з глибиною закладення аналогічних дюбелів, встановлюваних у конструкції з бетону класу B12,5.

При конструктивному кріпленні устаткування для болтів з відгинами глибину закладання в бетон приймають рівною $15d_s$, для болтів з анкерними плитами $10d_s$, а для болтів, встановлюваних у свердловини - $5d_s$.

Найменші припустимі відстані між осями болтів і від осі крайніх болтів до грані фундаменту наведені в табл. 3.1.

Відстані між болтами, а також від осі болтів до грані фундаменту допускається зменшувати на $2d_s$ при відповідному збільшенні глибини закладення болта на $5d_s$.

Відстань від осі болта до грані фундаменту допускається зменшувати ще на один діаметр при наявності спеціального армування вертикальної грані фундаменту в місці установки болта.

У всіх випадках відстань від осі болта до грані фундаменту не повинна бути менше 100 мм для болтів діаметром 30 мм включно, 150 мм - для болтів діаметром до 48 мм і 200 мм - для болтів діаметром більше 48 мм.

При установці спарених болтів, наприклад для закріплення несучих сталевих колон будинків і споруд, повинна передбачатися загальна анкерна плита з відстанню між отворами, рівною проектній відстані між осями болтів, або слід встановлювати одиночні болти з «розбігом» за глибиною. Глибину закладання спарених болтів при відстані між їхніми осями $8d_s$ і

більше слід призначати $5d_s$, при відстані менше $8d_s$ - рівною $20d_s$.

Відстань від краю плити до осі болта слід обирати не менше $2d_s$, при цьому площа анкерної плити має бути не менше $32d_s$.

Розрахункові площі поперечних перерізів болтів (за різьбленням) залежно від їхнього діаметра наведені в табл. 3.7.

Таблиця 3.7 – Розрахункові площі поперечних перерізів болтів (за різьбленням) залежно від їхнього діаметра

Діаметр різьблення болтів	Розрахункова площа поперечного перерізу болтів за різьбленням A_s , см ²	Діаметр різьблення болтів	Розрахункова площа поперечного перерізу болтів за різьбленням A_s , см ²
M10	0,571	M56	20,29
M12	0,842	M64	26,75
M16	1,57	M72x6	34,58
M20	2,45	M80x6	43,44
M24	3,52	M90x6	55,91
M30	5,60	M100x6	69,95
M36	8,26	M110x6	85,56
M42	11,2	M125x6	111,91
M48	19,72	M140x6	141,81

Діаметри конструктивних болтів вказані в завданні на проектування фундаментів. При відсутності таких вказівок діаметри конструктивних болтів призначаються відповідно до діаметра отворів у опорних частинах устаткування.

3.2. Приклади розрахунку анкерних болтів різних конструкцій

Нижче наводяться приклади розрахунків анкерних болтів різних конструкцій. При цьому враховувалась практика розрахунків різних авторів і наукових установ [25,46,47,57,58,62, 63,109].

Приклад 1. Визначити діаметр вигнутого болта для кріплення устаткування (рис. 1.1,а) і глибину його закладання в бетон при таких вихідних даних. Розрахункове динамічне навантаження на болт $P = 50$ кН, сталь Ст 20 ($R_s = 1,85 \cdot 10^5$ кПа); клас бетону фундаменту В15.

1. За табл. 3.1 для даного болта: коефіцієнт навантаження $\chi = 0,4$; коефіцієнт стабільності затягування $k = 1,9$; глибина закладання болта в бетон $l_{анк} = 25d_s$ (для бетону класу В12,5).

2. Площу поперечного перерізу болта (за різьбленням) знаходимо за формулою (3.1):

$$A_s = \frac{k_0 P}{R_s} = \frac{1,35 \cdot 50}{1,85 \cdot 10^5} = 0,00037 \text{ м}^2 = 3,7 \text{ см}^2,$$

де $k_0 = 1,35$.

За табл. 3.7 приймаємо болт з діаметром різьблення М30 ($A_s = 5,60 \text{ см}^2$).

3. Перевіряємо прийняту площу перерізу болта на витривалість за формулою (3.2)

$$A_s = \frac{1,8 \chi \mu P}{\alpha R_s} = \frac{1,8 \cdot 0,4 \cdot 1,3 \cdot 50}{1 \cdot 1,85 \cdot 10^5} = 0,000253 \text{ м}^2 = 2,53 \text{ см}^2,$$

де $\mu = 1,3$ (за табл. 3.2); $\alpha = 1$ (за табл. 3.3).

Прийнята площа перерізу болта задовольняє вимогам міцності й витривалості.

4. Зусилля попереднього затягування болтів згідно з п. 8 додатку 2 [96]

$$F = 1,1P = 1,1 \cdot 50 = 55 \text{ кН}.$$

5. Глибину закладання болтів у бетон $l_{анк0}$ визначаємо за формулою (3.19)

$$l_{анк0} \geq l_{анк} m_1 m_2 = 25 \cdot 0,03 \cdot 0,875 \cdot 1 = 0,66 \text{ м},$$

де $m_1 = 0,7/0,8 = 0,875$; $m_2 = 1,85 \cdot 10^5 / 1,85 \cdot 10^5 = 1$.

Приклад 2. Визначити діаметр болта (рис. 1.13,б) для кріплення устаткування. Розрахункове динамічне навантаження на болт $P = 50$ кН, сталь ВСт 3 кп 2, клас бетону фундаменту В15, глибина закладання за допомогою модифікованого акрилового клею $l_{анк} = 8d_s$. Число циклів навантаження складає $6 \cdot 10^6$.

1. Площу поперечного перерізу болта (за різьбленням) знаходимо за формулою (3.1)

$$A_s = \frac{k_0 P}{R_s} = \frac{1,35 \cdot 50}{1,85 \cdot 10^5} = 0,000406 \text{ м}^2 = 4,06 \text{ см}^2,$$

де $k_0 = 1,35$. Приймаємо болт з діаметром різьблення М30. У цьому випадку $A_s = 5,6 \text{ см}^2$.

2. Перевіряємо прийнятий болт на витривалість. Здійснюємо це за формулою (3.2)

$$A_s = \frac{1,8\chi\mu}{\alpha} \cdot \frac{P}{R_s}.$$

Згідно з табл. 3.1 $\chi = 0,365$. Коефіцієнти μ і α згідно з табл. 3.2 і 3.3 відповідно рівні $\mu = 1,3$ і $\alpha = 1$, де μ - коефіцієнт, що залежить від діаметра болта, α - коефіцієнт, що враховує число циклів навантаження.

Тоді

$$A_s = \frac{1,8 \cdot 0,365 \cdot 1,3}{1} \cdot \frac{50}{1,85 \cdot 10^5} = 0,000231 \text{ м}^2 = 2,31 \text{ см}^2.$$

Прийнята площа перерізу болта задовольняє вимогам міцності й витривалості.

3. Зусилля попереднього затягування згідно з п. 8 додатку 2 [96]

$$F = 1,1P = 1,1 \cdot 50 = 55 \text{ кН}.$$

4. Глибина закладення анкера $l_{анк} = 8d_s = 8 \cdot 3,0 = 24 \text{ см}$.

Приклад 3. Визначити діаметр болта з анкерною плитою (рис. 1.1,г) у зсувостійкому з'єднанні для кріплення устаткування, експлуатованого при температурі зовнішнього повітря -45°C , і глибину його закладання в бетон при наступних вихідних даних. Розрахункове статичне навантаження на болт $P = 130 \text{ кН}$, кількість болтів $n = 4$, зсувна сила $Q = 60 \text{ кН}$, вага устаткування $N = 10 \text{ кН}$. Клас бетону фундаменту В12,5.

1. За умовами експлуатації марку сталі для болтів приймаємо 09Г2С-6 (табл. 1.1), $R_s = 1,8 \cdot 10^5 \text{ кПа}$.

2. Площу поперечного перерізу болта (за різьбленням) знаходимо за формулою (3.11)

$$A_s = \frac{k \cdot k_0 P + F_1}{n \cdot k \cdot R_s} = \frac{1,3 \cdot 1,05 \cdot 130 + 74,75}{1,3 \cdot 1,8 \cdot 10^5} = 0,00108 \text{ м}^2 = 10,8 \text{ см}^2,$$

де $k = 3$ (за табл. 3.1), $k_0 = 1,05$.

F_1 визначаємо за формулою (3.9)

$$F_1 = k \frac{Q - Nf}{n \cdot f} = 1,3 \cdot \frac{60 - 10 \cdot 0,25}{4 \cdot 0,25} = 74,75 \text{ кН.}$$

За табл. 3.7 приймаємо болт з діаметром різьблення М42 ($A_s = 11,2 \text{ см}^2$).

3. Необхідне зусилля попереднього затягування болтів визначаємо за формулою (3.10)

$$F_0 = F + F_1 / k = 0,75 \cdot 130 + \frac{74,75}{1,3} = 155 \text{ кН.}$$

4. Глибину закладання болтів у бетон $l_{\text{заклад}}_0$ встановлюємо за формулою (3.19)

$$l_{\text{заклад}}_0 \geq l_{\text{заклад}} m_1 m_2 = 15 \cdot 0,042 \cdot 1 \cdot 0,97 = 0,65 \text{ м,}$$

де $m_1 = 0,7/0,7 = 1$; $m_2 = 1,8 \cdot 10^5 / 1,85 \cdot 10^5 = 0,097$.

Приклад 4. Визначити діаметр болта (рис. 1.13,б) для кріплення устаткування при таких вихідних умовах. Розрахункове статичне навантаження на болт $P = 130 \text{ кН}$, кількість болтів $n = 12$, зсувна сила $Q = 60 \text{ кН}$, вага устаткування $N = 40 \text{ кН}$. Клас бетону фундаменту В12,5, глибина закладання болтів за допомогою модифікованих акрилових клеїв $l_{\text{анк}} = 8d_s$.

1. Площу поперечного перерізу болта знаходимо за формулою (3.11)

$$A_s = \frac{k \cdot k_0 P + F_1}{n \cdot k \cdot R_s},$$

де $k = 1,49$ - коефіцієнт стабільності затягування (табл. 3.1); $k_0 = 1,05$; F_1 - зусилля попереднього затягування болтів при сприйнятті ними горизонтальних зсувних зусиль. Це зусилля визначаємо за формулою (3.9)

$$F_1 = k \frac{Q - Nf}{n \cdot f} = 1,49 \cdot \frac{60 - 40 \cdot 0,25}{12 \cdot 0,25} = 24,85 \text{ кН,}$$

де $f = 0,25$ - коефіцієнт тертя металу по бетону.

2. Площа анкерного болта за різьбленням дорівнює:

$$A_s = \frac{1,49 \cdot 1,05 \cdot 130 + 24,85}{1,49 \cdot 1,85 \cdot 10^5} = 0,00083 \text{ м}^2 = 8,3 \text{ см}^2.$$

Приймаємо болт з діаметром різьблення М36 ($A_s = 8,36 \text{ см}^2$).

3. Необхідне зусилля попереднього затягування F_0 в цьому випадку відповідно до формули (3.10) становить

$$F_0 = F + F_1 / k = 0,75 \cdot 130 + \frac{24,85}{1,49} = 114,2 \text{ кН},$$

де $F = 0,75P$.

4. Глибина закладення анкера $l_{\text{анк}} = 8d_s = 28,8 \text{ см}$.

Приклад 5. Визначити діаметр болта (рис. 1.13,б) для кріплення технологічного устаткування при таких вихідних даних. Розрахункова схема кріплення устаткування подана на рис. 3.1, розрахунковий динамічний перекидний момент від устаткування $M = 1200 \text{ кН}\cdot\text{м}$, власна вага устаткування $N = 100 \text{ кН}$. Кількість болтів $n = 8$; відстані від осі повороту устаткування до болтів $y_1 = 0$; $y_2 = 1,45$ і $y_3 = 2 \text{ м}$. Клас бетону фундаменту В15, глибина закладення болта модифікованим акриловим клеєм $l_{\text{анк}} = 8d_s$, число циклів динамічного навантаження $1,6 \cdot 10^6$.

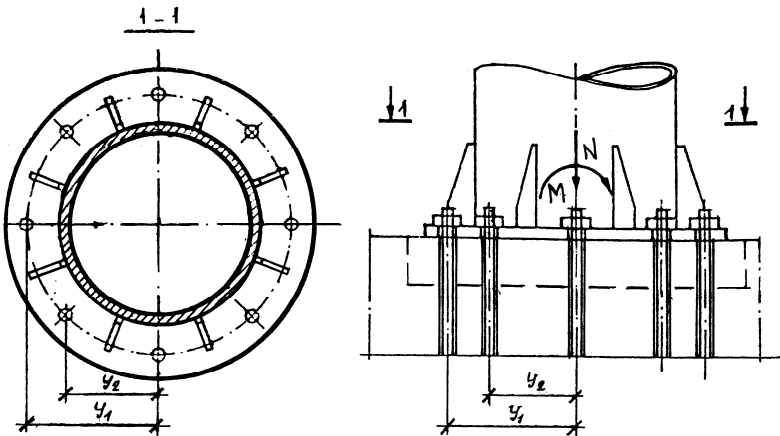


Рис. 3.1 – Розрахункова схема визначення зусиль при груповій установці болтів для кріплення технологічного устаткування

1. При груповій установці анкерних болтів для кріплення устаткування розрахункове навантаження, що припадає на один болт, визначаємо за формулою (3.3)

$$P = -\frac{N}{n} + \frac{M_y}{\sum y_i^2}.$$

де $\sum y_i^2 = y_1^2 + y_2^2 + y_3^2 = 1,45^2 \cdot 4 + 2^2 \cdot 2 = 16,41 \text{ м}^2$.
Тоді

$$P = -\frac{100}{8} + \frac{1200 \cdot 2}{16,41} = 133,75 \text{ кН}.$$

2. Площа перерізу болта за різьбленням дорівнює:

$$A_s = \frac{k_0 \cdot P}{R_s} = \frac{1,05 \cdot 133,75}{1,85 \cdot 10^5} = 0,00076 \text{ м}^2 = 7,6 \text{ см}^2.$$

Приймаємо болти з діаметром різьблення М36 ($A_s = 8,36 \text{ см}^2$).

3. Перевіряємо прийнятий болт на витривалість. Здійснюємо це за формулою (3.2)

$$A_s = \frac{1,8\chi\mu}{\alpha} \cdot \frac{P}{R_s}.$$

Згідно з табл. 3.1 $\chi = 0,339$. Коефіцієнти μ і α згідно з табл. 3.2 і 3.3 відповідно рівні $\mu = 1,3$ і $\alpha = 1,36$

$$A_s = \frac{1,8 \cdot 0,339 \cdot 1,3}{1,36} \cdot \frac{133,75}{1,85 \cdot 10^5} = 0,00042 \text{ м}^2 = 4,2 \text{ см}^2.$$

Прийнята площа перерізу болта задовольняє вимогам міцності й витривалості.

4. Зусилля попереднього затягування згідно з п. 8 додатку 2 [96]

$$F = 1,1P = 1,1 \cdot 133,75 = 147,1 \text{ кН}.$$

5. Глибина закладення анкера $l_{анк} = 8d_s = 28,8 \text{ см}$.

Приклад 6. Визначити діаметр болта (рис. 1.13,б) для кріплення сталевій колони суцільного перерізу (рис. 3.2) при таких вихідних даних: $M = 900 \text{ кН}\cdot\text{м}$; $N = 1200 \text{ кН}$; $Q = 100 \text{ кН}$; $C = 0,4 \text{ м}$; $l_s = 0,9 \text{ м}$; $b_s = 0,5 \text{ м}$; $R_b = 8,7 \text{ МПа}$, де c - відстань від осі колони до осі анкерного болта; l_s і b_s - довжина і ширина опорної плити бази колони.

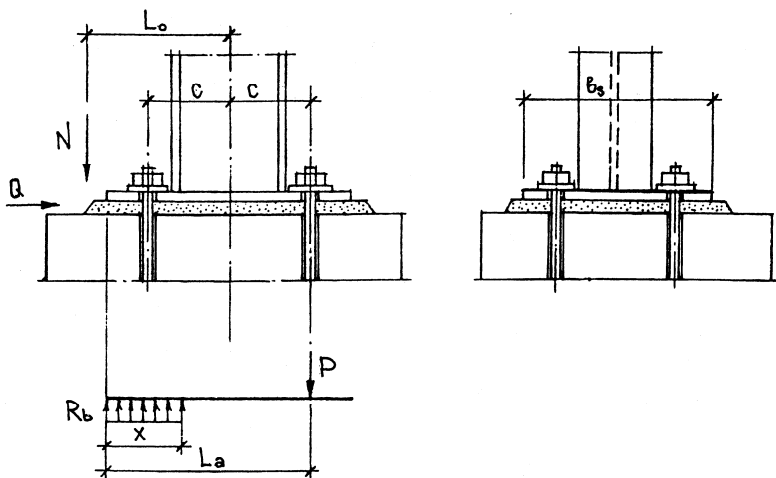


Рис. 3.2 – Розрахункова схема зусиль в опорному перерізі для сталевих колон суцільного типу

1. Визначаємо ексцентриситет прикладання навантаження:

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{900}{1200} = 0,75 \text{ м.}$$

2. Знаходимо величину стиснутої зони бетону під опорною плитою за формулою (3.6)

$$x = l_s - \sqrt{\frac{l_s^2 - 2N(e_0 + c)}{R_b \cdot b_s}} = 0,9 - \sqrt{0,9^2 - \frac{2 \cdot 1200(0,75 + 0,4)}{87000,5}} = 0,48 \text{ м.}$$

3. Розрахункове навантаження, що припадає на один розтягнутий болт, відповідно до формули (3.5) дорівнює:

$$P = \frac{R_b \cdot b_s \cdot x - N}{n} = \frac{8700 \cdot 0,5 \cdot 0,48 - 1200}{2} = 444 \text{ кН,}$$

де $n = 2$ - кількість розтягнутих (що висмикуються) болтів.

4. Визначаємо необхідну площу перерізу болта (за різьбленням):

$$A_s = \frac{k_0 P}{R_s} = \frac{1,05 \cdot 444}{1,85 \cdot 10^5} = 0,00252 \text{ м}^2 = 25,2 \text{ см}^2.$$

Приймаємо болт з діаметром різьблення М64 ($A_s = 26,75 \text{ см}^2$).

5. Перевіряємо можливість сприйняття зсувної сили у площині сполучення бази колони з фундаментом за формулою (3.17)

$$Q \leq f \left(\frac{nA_s R_s}{4} + N_1 \right) = 0,25 \cdot \left(\frac{2 \cdot 1,85 \cdot 10^5 \cdot 26,75}{4} + 600 \right) = 211,9 \text{ кН},$$

де N_1 - мінімальна поздовжня сила, що відповідає навантаженням, від яких визначається зсувна сила ($N_1 = 600$ кН).

Тоді $Q = 100 \text{ кН} < 211,9 \text{ кН}$ - умова виконана.

6. Глибина закладення болта:

$$l_{анк} = 10d_s = 10 \cdot 64 = 640 \text{ см.}$$

7. Зусилля попереднього затягування болта при спільній дії вертикальних і зсувних сил визначаємо за формулою (3.10):

$$F_0 = F + F_1 / k ,$$

де k - коефіцієнт стабільності затягування згідно з табл. 3.1 дорівнює 1,7; F_1 - зусилля попереднього затягування болтів для сприйняття зсувних зусиль визначаємо за формулою (3.9)

$$F_1 = k \cdot \frac{Q - Nf}{nf} = 1,7 \cdot \frac{100 - 1200 \cdot 0,25}{4 \cdot 0,25} = -340,0 \text{ кН.}$$

Тоді $F_0 = F = 333,0 \text{ кН.}$

Приклад 7. Визначити розрахункове навантаження, що припадає на найбільш навантажений болт, за розрахунковою схемою, наведеної на рис. 3.1, при таких вихідних даних. Розрахунковий перекидний момент від устаткування $M = 1200 \text{ кН} \cdot \text{м}$, власна вага устаткування $N = 100 \text{ кН}$. Кількість болтів $n = 8$, відстань від осі повороту устаткування до найбільш віддаленого болта $y_{i1} = 0$; $y_{i2} = 1,45 \text{ м}$; $y_{i3} = y_l = 2 \text{ м}$.

Розрахункове зусилля (розтягування) на найбільш навантажений болт визначаємо за формулою (3.3)

$$P = -\frac{N}{n} + \frac{My_1}{\sum y_i^2} = -\frac{100}{8} + \frac{1200 \cdot 2}{16,41} = 133,75 \text{ кН},$$

де $\sum y_i^2 = 1,45^2 \cdot 4 + 2^2 \cdot 2 = 16,41 \text{ м}^2$.

Приклад 8. Визначити розрахункове навантаження, що припадає на болт, і діаметр болта з анкерною плитою для кріплення ґратчастої сталеві колони (рис. 3.3) при таких вихідних даних: $M = 8000$ кН·м; $N = 6000$ кН; $Q = 60$ кН; $h = 2$ м; $R_s = 1,75 \cdot 10^5$ кПа (сталі марки ВСт3кп2).

$$b = h / 2 = 1 \text{ м}, \quad n = 2.$$

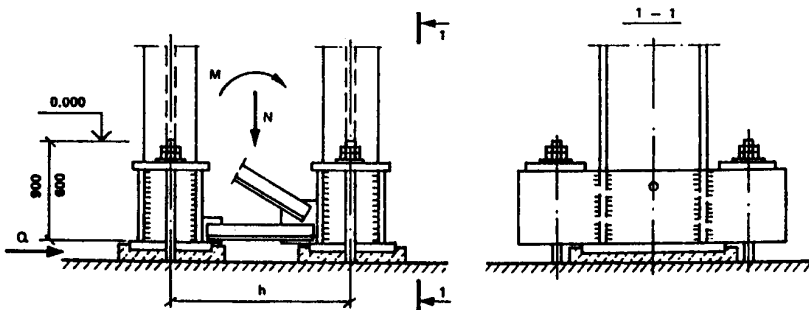


Рис. 3.3 – Розрахункова схема зусиль в опорному перерізі сталеві колони ґратчастого типу

1. Розрахункове навантаження, що припадає на один розтягнутий болт, знаходимо за формулою (3.4)

$$P = (M - Nb) / nh = (8000 - 6000 \cdot 1) / 2 \cdot 2 = 500 \text{ кН}.$$

2. Визначаємо необхідну площу перерізу одного болта (за різьбленням):

$$A_s = \frac{k_0 P}{R_s} = \frac{1,05 \cdot 500}{2,2 \cdot 10^5} = 0,0024 \text{ м}^2 = 24 \text{ см}^2.$$

За табл. 3.7 приймаємо болт з діаметром різьблення М64 ($A_s = 26,75 \text{ см}^2$).

3. Глибину закладення для болтів з анкерною плитою приймаємо рівною $15d$ (табл. 3.1), для бетону фундаменту класу В12,5 і сталі марки ВСт3кп2.

$$l_{\text{анк}} = 15d_s = 15 \cdot 0,072 = 1,08 \text{ м}.$$

4. Перевіряємо можливість сприйняття зсувної сили у площині сполучення бази колони з фундаментом за формулою (3.16)

$$Q \leq \frac{f[M + V(h-b)]}{h} = \frac{0,25 \cdot [8000 + 6000(3-1,5)]}{3} = 1417 \text{ кН},$$

де h - відстань між осями віток колон ($h = 3$ м); b - відстань від центра ваги колони до осі стиснутої вітки ($b = 1,5$ м); $Q = 300$ кН ≤ 1417 кН - умова виконана.

Приклад 9. Визначити розрахункове навантаження, що припадає на болт, і діаметр болта для кріплення на епоксидному клеї сталевій колоні суцільного перерізу (рис. 3.2) при таких вихідних даних: $M = 4500$ кН·м; $N = 600$ кН; $Q = 100$ кН; $c = 0,4$ м; $l_s = 0,9$ м; $b_s = 0,5$ м; $R_b = 8,7$ МПа; $R_s = 185$ МПа (сталь марки ВСт3кп2).

1. Визначаємо ексцентриситет прикладання навантаження:

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{450}{600} = 0,75 \text{ м.}$$

2. Визначаємо величину стиснутої зони бетону під опорною плитою за формулою (3.6)

$$x = l_s - \sqrt{\frac{l_s^2 - 2N(e_0 + c)}{R_b b_s}} = 0,9 - \sqrt{\frac{0,9^2 - 2 \cdot 600 \cdot (0,75 + 0,4)}{8700 \cdot 0,5}} = 0,2 \text{ м.}$$

3. Перевіряємо виконання умови:

$$x = 0,2 \text{ м} \leq \zeta_R l_s = 0,7 \cdot 0,9 = 0,63 \text{ м} - \text{умова виконана, де}$$

ζ_R знаходимо за формулою (3.8)

$$\begin{aligned} \zeta_R &= \frac{0,85 - 0,008 R_b}{1 + \frac{R_s}{400} \left(1 - \frac{0,85 - 0,008 R_b}{1,1} \right)} = \\ &= \frac{0,85 - 0,008 \cdot 8,7}{1 + \frac{185}{400} \left(1 - \frac{0,85 - 0,008 \cdot 8,7}{1,1} \right)} = 0,706. \end{aligned}$$

4. Розрахункове навантаження, що припадає на один розтягнутий болт, визначаємо за формулою (3.5)

$$P = (R_b b_s x - M) / n = (8700 \cdot 0,5 \cdot 0,2 - 600) / 2 = 135 \text{ кН},$$

де n - кількість розтягнутих болтів ($n = 2$).

5. Знаходимо необхідну площу перерізу одного болта (за різьбленням):

$$A_s = \frac{k_0 P}{R_s} = \frac{1,05 \cdot 135}{1,85 \cdot 10^5} = 0,00077 \text{ м}^2 = 7,7 \text{ см}^2.$$

За табл. 3.7 приймаємо болт з діаметром різьблення М36 ($A_s = 8,26 \text{ см}^2$).

6. Глибину закладення для болтів на епоксидному клеї приймаємо рівною $10d_s$ (табл. 3.1), для бетону фундаменту класу В12,5 і сталі марки ВСт3кп2:

$$l_{\text{заїє}} = 10d_s = 10 \cdot 0,036 = 0,36 \text{ м}.$$

7. Перевіряємо можливість сприйняття зсувної сили у площині сполучення бази колони з фундаментом за формулою (3.17)

$$Q \leq f \cdot \left(\frac{n' A_s R_s}{4} + N \right) = 0,25 \cdot \left(\frac{4 \cdot 0,000826 \cdot 1,85 \cdot 10^5}{4 + 600} \right) = 185,6 \text{ кН},$$

де N - поздовжня сила, що відповідає навантаженням, від яких визначається зсувна сила; n' - кількість болтів, що сприймають зсувну силу; $Q = 100 \text{ кН} < 185,6 \text{ кН}$ - умова виконана.

3.3. Проектування анкерних болтів і їх позначення на кресленнях

Відповідно до розрахунків, наведених в параграфі 3.1, приймається конструкція обраного типу анкерного болта.

При робочому проектуванні фундаментів під устаткування болти на кресленнях у плані наносяться умовними позначеннями і маркуються двома буквами і цифрою (рис. 3.4), де прописна буква «А» позначає діаметр різьблення, мала буква «в» - довжину болта, цифровий індекс «2» - установну марку й оцінку верху болта даної марки.

Болти в плані прив'язуються до розбивочних осей устаткування (рис. 3.4) і відображаються в специфікації за формою, наведеною в табл. 3.8.

Приклад специфікації болтів наведений у табл. 3.9.

Таблиця 3.8 – Умовні позначення болтів

Діаметр різьби болтів, мм		10	12	16	20	24	30	36	42	48	56	64	72	80	90	100	110	125	140		
Умовні позначення																					
	Мар- ка бол- та	зато- то- во- ча																			
		на	а, б, в, г, д, е ...																		
Уста- но- во- ча		на	1, 2, 3, 4, 5, 6 ...																		

Таблиця 3.9 – Специфікація болтів

Марка фундаменту	Марка болтів			Діаметр різьби болтів, мм	Кількість болтів, шт	Позначення, мм		Довжина виступаючої частини, мм	Довжина болта, мм
	заготовочна	установочна	умовні позначення			верху болта	верху бетону		
ФО-3	Да	1		M24	8	+50	-150	200	1400
	Да	2		M24	6	-100	-300	200	1400
	Жа	1		M36	6	-50	-350	300	1800
	Жа	2		M36	6	-150	-450	300	1800
	Жб	1		M36	8	-100	-500	400	1900

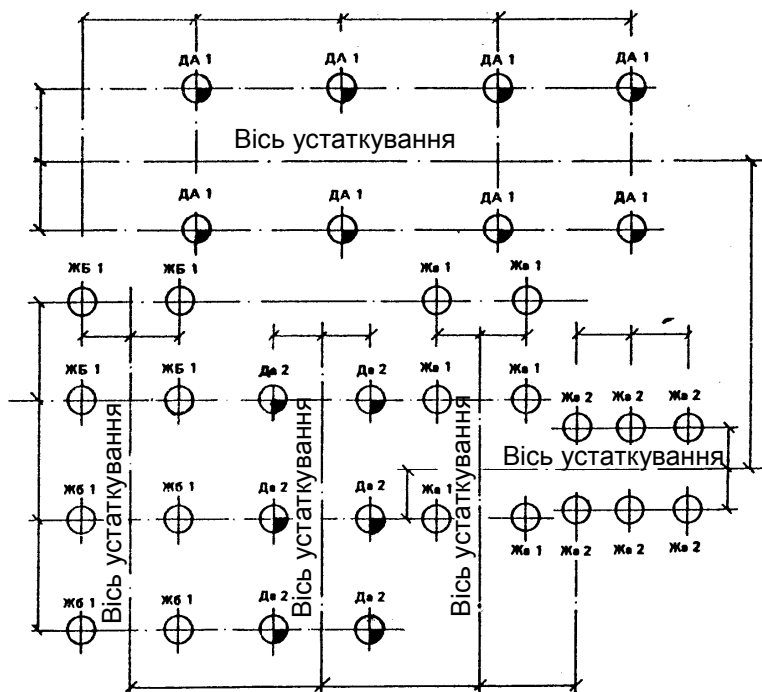


Рис. 3.4 – Прив'язка болтів у плані до розбивочних осей устаткування

Питання для самоперевірки до розділу 3

1. Види навантажень, що впливають на анкерні болти?
2. У яких випадках використовуються конструктивні болти?
3. На які конструкції анкерних болтів поширюються обмеження і які?
4. Як визначається площа перетину болта залежно від виду навантаження?
5. Що таке зусилля попереднього затягування болтів і від чого залежить його величина?
6. Які коефіцієнти використовуються при розрахунку анкерних болтів і від чого вони залежать?
7. Як визначаються анкерні болти на кресленнях при їхньому проектуванні?

РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТІВ КЛЕЙОВОГО АНКЕРНОГО З'ЄДНАННЯ

4.1. Напружено-деформований стан клейового анкерування сталевих стержнів у бетон

4.1.1. Напруження в з'єднанні

Через істотне розходження фізико-механічних властивостей і поперечних розмірів анкера, клейового шару і бетону, інтенсивність напружень по поверхні контактів клей-анкер, клей-бетон неоднакова і, отже, тут неминуче виникає концентрація напружень. Її недооцінка може привести до помилкових уявлень про міцність клейового з'єднання. Визначення напружень в елементах з'єднання - складне теоретичне завдання. Вибір адекватної розрахункової схеми залежить від геометричних розмірів з'єднання і фізико-механічних властивостей матеріалів, що його утворюють.

Сталь і бетон - класичні конструктивні матеріали. Рівень напруженого стану анкерного з'єднання на клеї (епоксидному, акриловому та ін.) при експлуатаційних навантаженнях такий, що сталь і бетон можна приймати пружними тілами, що підпорядковуються закону Гука. Епоксидні й акрилові клеї також підпорядковуються цьому закону. Тому напружений стан анкерного з'єднання на першій стадії роботи залізобетонного елемента в цілому може бути описаний залежностями теорії пружності для випадку закладення як гладких стержнів, так і періодичного профілю.

Оскільки анкер віддалений від грані залізобетонної конструкції (фундаменту, колони), то в розрахунковій схемі прийнято, що останній знаходиться в необмеженому масиві. Тоді напружено-деформований стан анкерного з'єднання може бути отриманий в результаті вирішення осесиметричної задачі теорії пружності для тришарового тіла: сталевий циліндр-анкер, порожній циліндр-клей, зовнішній циліндр-бетонний масив.

Описане нижче вирішення дозволяє одержати картину

розподілу напруження (кількісну і якісну) між елементами з'єднання.

Відповідно до розрахункової схеми (рис. 4.1) розглядається осесиметрична задача теорії пружності для трьох тіл. Така постановка питання дає змогу більш строго підійти до вирішення основних питань анкерування; визначення закладення анкера в бетонний масив, питання про вплив діаметра анкера і товщини клейового шару, фізико-механічних властивостей клею і бетону на напружено-деформований стан анкерного з'єднання на клеї.

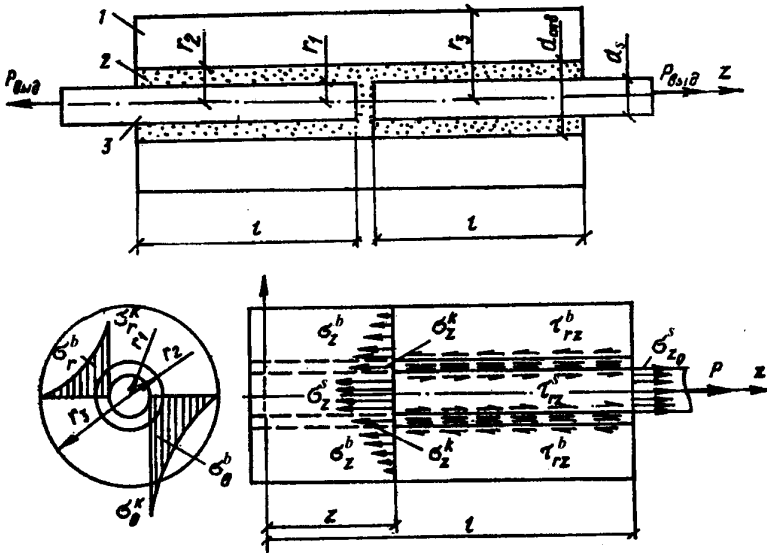


Рис. 4.1 – Розрахункова схема анкерного з'єднання на клеях:

1 - бетонний циліндр; 2 - клейовий циліндр; 3 - сталевий анкер

При розгляді напружено-деформованого стану тіл обертання під дією осесиметричного навантаження напруження і переміщення виражаються через функцію напружень A . Лява [22,53,54,111].

У результаті вирішення осесиметричної задачі теорії пружності при граничних умовах, що відповідають висмикуванню анкера з двошарового середовища, отримано вирази дотичних τ_{rz} нормальних осьових σ_z , радіальних σ_r , і колових σ_θ напружень, осьових W і радіальних i переміщень:

а) у клейовому циліндрі на контакті клей-анкер

$$\tau_{rz}^{\kappa} = -\sum_s \left(\frac{\lambda_s}{l} \right)^2 \varphi_1 \left[B_s K_1 \left(\frac{\lambda_{sr}}{l} \right) - D_s I_1 \left(\frac{\lambda_{sr}}{l} \right) \right]; \quad (4.1)$$

$$\sigma_z^{\kappa} = -\sum_s \left(\frac{\lambda_s}{l} \right)^2 \varphi_2 \left[B_s K_0 \left(\frac{\lambda_{sr}}{l} \right) - D_s I_0 \left(\frac{\lambda_{sr}}{l} \right) \right]; \quad (4.2)$$

$$\sigma_r^{\kappa} = -\sum_s \left(\frac{\lambda_s}{l} \right)^2 \varphi_3 \left[B_s K_0 \left(\frac{\lambda_{sr}}{l} \right) + D_s I_0 \left(\frac{\lambda_{sr}}{l} \right) \right] - \sum_s \left(\frac{\lambda_s}{lr} \right)^2 \varphi_4 \left[B_s K_1 \left(\frac{\lambda_{sr}}{l} \right) - D_s I_1 \left(\frac{\lambda_{sr}}{l} \right) \right]; \quad (4.3)$$

$$\sigma_{\theta}^{(\kappa)} = -2\mu_k \sum_s \left(\frac{\lambda_s}{l} \right)^2 \cos k\lambda_s \left[B_s K_0 \left(\frac{\lambda_{sr}}{l} + D_s I_0 \left(\frac{\lambda_{sr}}{l} \right) \right) \right] + \sum_s \frac{\lambda_s}{lr} \varphi_4 \left[B_s K_1 \left(\frac{\lambda_{sr}}{l} \right) - D_s I_1 \left(\frac{\lambda_{sr}}{l} \right) \right]; \quad (4.4)$$

$$u^{(k)} = \frac{1+\mu_{\kappa}}{E_{\kappa}} \sum_s \frac{\lambda_s}{l} \varphi_4 \left[B_s K_1 \left(\frac{\lambda_{sr}}{l} \right) - D_s I_1 \left(\frac{\lambda_{sr}}{l} \right) \right]; \quad (4.5)$$

$$W^{\kappa} = \frac{1+\mu_{\kappa}}{E_{\kappa}} \sum_s \frac{\lambda_s}{l} \varphi_5 \left[B_s K_0 \left(\frac{\lambda_{sr}}{l} \right) + D_s I_0 \left(\frac{\lambda_{sr}}{l} \right) \right]; \quad (4.6)$$

б) у бетоні на контакті клей-бетон

$$\tau_{rz}^{(b)} = -\sum_s \left(\frac{\lambda_s}{l} \right)^2 \varphi_1 L_s K_1 \left(\frac{\lambda_{sr}}{l} \right); \quad (4.7)$$

$$\sigma_z^{(b)} = -\sum_s \left(\frac{\lambda_s}{l} \right)^2 \varphi_2 L_s K_0 \left(\frac{\lambda_{sr}}{l} \right); \quad (4.8)$$

$$\sigma_r^{(b)} = -\sum_s \left(\frac{\lambda_s}{l} \right)^2 \varphi_3 L_s K_0 \left(\frac{\lambda_{sr}}{l} \right) - \sum_s \frac{\lambda_s}{lr} \varphi_6 L_s K_1 \left(\frac{\lambda_{sr}}{l} \right); \quad (4.9)$$

$$\sigma_{\theta}^{(b)} = -2\mu_b \sum_s \left(\frac{\lambda_s}{l} \right)^2 \cos k\lambda_s L_s K_0 \left(\frac{\lambda_{sr}}{l} \right) + \sum_s \frac{\lambda_s}{lr} \varphi_6 L_s K_1 \left(\frac{\lambda_{sr}}{l} \right); \quad (4.10)$$

$$u^{(b)} = \frac{1+\mu_b}{E_b} \sum_s \frac{\lambda_s}{l} \varphi_6 B_s K_1 \left(\frac{\lambda_{sr}}{l} \right); \quad (4.11)$$

$$W^{(b)} = \frac{1+\mu_b}{E_b} \sum_s \frac{\lambda_s}{l} \varphi_7 L_s K_0 \left(\frac{\lambda_{sr}}{l} \right); \quad (4.12)$$

в) в анкері за довжиною його закладення

$$\begin{aligned}
\sigma_z^{(s)} = & \sigma_{z0}^{(s)} - 2l_0 \sum_s \left(\frac{\lambda_s}{l} \right)^2 \varphi_8 \left[B_s K_1 \left(\frac{\lambda_{sr}}{l_0} \right) - D_s I_1 \left(\frac{\lambda_s}{l_0} \right) \right] + \\
& + 2\mu_s \sum_s \left(\frac{\lambda_s}{l} \right)^2 \varphi_3 \left[B_s K_0 \left(\frac{\lambda_{sr}}{l_0} \right) + D_s I_0 \left(\frac{\lambda_s}{l_0} \right) \right] + \\
& + 2\mu_s \sum_s \left(\frac{\lambda_s}{lr_1} \right)^2 \varphi_4 \left[B_s K_1 \left(\frac{\lambda_{sr}}{l_0} \right) - D_s I_1 \left(\frac{\lambda_s}{l_0} \right) \right].
\end{aligned} \quad (4.13)$$

У формулах (4.1) - (4.13) прийнято позначення:

$$k = \frac{z}{l}; \quad (4.14)$$

$$l_0 = \frac{l}{r_1}; \quad (4.15)$$

$$l_1 = \frac{l}{r_2}, \quad (4.16)$$

де l - глибина закладення анкера; r_1 - радіус анкера; r_2 - радіус свердловини в бетоні; λ_s - корені трансцендентного рівняння $\sin \lambda_s$, $\cos \lambda_s = 0$ при $S = 1, 2, 3, \dots$; $K\left(\frac{\lambda_s}{l}\right)$ - функція Макдональда; $I_n\left(\frac{\lambda_s}{l}\right)$ - Бесселева функція чисто уявного аргументу;

B_s, D_s, L_s довільні параметри, при визначенні яких використовують граничні умови, вказані вище; μ_s, μ_b, μ_k - коефіцієнти Пуассона відповідно анкера, бетону і клею; E_s, E_b, E_k - модулі пружності відповідно анкера, бетону і клею; φ_n - величина, що залежить від k і λ_s .

На підставі розрахунків, проведених на ПК за виразами (4.4) - (4.16), установлений характер розподілу напружень і переміщень, що виникають на контактах клей - анкер, клей - бетон у забитій частині анкера при впливі висмикувального зусилля

$P_{\text{вбл}} = \frac{\pi d_s^2}{4} \sigma_{z0}^s$, де d_s - діаметр анкера, σ_{z0}^s - напруження на завантаженому кінці анкера, МПа.

Результати розрахунків наведені у вигляді залежностей, що характеризують напружено-деформований стан анкерного

з'єднання при прикладанні висмикувального зусилля до анкера (рис. 4.2). Початок координат залежностей розташовано на кінці забитої в бетон частини анкера. Для наочності й зручності зіставлення залежності подані у відносних величинах σ_z/σ_{z0}^s , σ_r/σ_{z0}^s , $\sigma_\theta/\sigma_{z0}^s$ чи $\sigma_{rz}/\sigma_{z0}^s$ від z/l , де z - ордината перерізу на глибині закладення стержня.

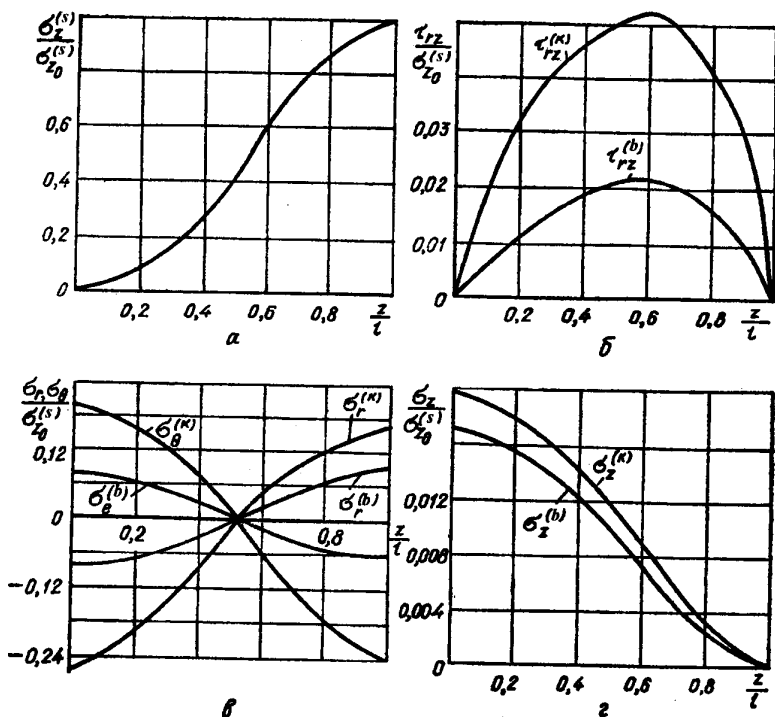


Рис. 4.2 – Розподіл напружень в анкерному з'єднанні:
а - нормально-розтягуючих в анкері на контактах клей-анкер та
клей-бетон; б - дотичних; в - радіально-колових;
г - нормально-розтягуючих в клейовому шарі.

Аналіз розподілу нормальних осьових напружень в анкері σ_z^s за довжиною його закладання (рис. 4.2,а) показує, що максимальні розтягуючі напруження виникають на початку глибини закладання. Це справляє визначний вплив на міцність анкерного з'єднання.

Епюри дотичних напружень (рис. 4.2,б) показують, що останні є максимальними в клеї на контактї клей - анкер і рівні $\tau_{rz}^{\kappa} = 2,06\tau_{cp}^{\kappa}$, а в бетоні – на контактї клей-бетон $\tau_{rz}^{(b)} = 1,78\tau_{cp}^{(b)}$. Тому розрахунок анкерного з'єднання на міцність за середніми дотичними напруженнями призводить до істотних помилок.

Міцність клейових з'єднань на епоксидному і акрилово-му клеях на зрушення і на розтяг на контактї клей - бетон визначається міцністю бетону. Крім того, дія максимального дотичного напруження на даній контактній поверхні стосовно бетонного масиву має місцевий характер і значно менше максимального дотичного напруження на контактї клей - анкер. Межа міцності на зрушення для контакту клей - анкер залежить від складу клею. Дотичні напруження, що виникають на вказаному контактї, є одним з визначальних факторів міцності даного з'єднання.

Радіальні напруження (рис. 4.2,в), що виникають у зв'язку з наявністю поперечних деформацій у з'єднанні, за рахунок розходження пружних властивостей анкера, клею і бетону особливо великі наприкінці зони анкерування. На цій ділянці зони анкерування радіальні напруження, що розтягують, O^u на контактї клей - анкер можуть перевищити граничні значення напруження відриву клею від металу. У місці концентрації радіальних розтягуючих напружень може початися руйнування клейового з'єднання на контактї клей-анкер, що зменшить глибину закладення анкера. Це призведе до збільшення $\tau_{rz}^{(\kappa)}$ і досягнення його межі міцності на зрушення, тобто до втрати міцності з'єднання. Таке явище спостерігається при закладанні анкера на глибину $l \geq 10d_s$.

Радіальні стискаючі напруження $\sigma_r^{(b)}$ наприкінці зони анкерування можуть перевищити граничні значення міцності клею і бетону на стиск на контактї клей-бетон. Для бетону необхідно враховувати місцевий характер впливу напружень $\sigma_r^{(b)}$. На початку зони анкерування, крім того, міцність бетону на контактї клей-бетон буде визначатися нормальними коловими стискаючими напруженнями $\sigma_{\theta}^{(b)}$, де вони досягають максимального значення.

Нормальні осьові напруження (рис. 4.2,г) у клейовому шарі й бетоні $\sigma_z^{(b)}$ відповідно на контактах клей-анкер і клей-бетон порівняно невеликі і на міцність з'єднання не справляють вирішального впливу. Вони мають максимальні значення на прикінці зони анкерування й зменшуються до нуля в міру наближення до поверхні бетону.

У результаті аналізу отриманих залежностей можна зробити наступні висновки: при розрахунку міцності анкерних з'єднань на епоксидних і акрилових клеях треба враховувати максимальні значення напружень дотичних τ_{rz} , радіальних σ_r , і колових σ_θ , що більш повно характеризують роботу даного з'єднання; для розрахунку міцності з'єднання необхідно знати межу міцності при рівномірному відриві клею від поверхні металу, а також при зрушенні для контакту клей-метал.

4.1.2. Залежність напружень від фізичних властивостей матеріалів і геометрії з'єднання

Для встановлення раціональних геометричних параметрів анкерного з'єднання встановлено вплив на його напружений стан фізичних властивостей матеріалів, глибини закладення і діаметра анкера, товщини клейового шару і бетонного циліндра. Дослідження проводили шляхом розрахункового багатофакторного експерименту на ПК. Нижче наведені основні результати дослідження, що дозволили розробити інженерний метод розрахунку клейового анкерного з'єднання.

Вплив модуля пружності клею. Розрахунки виконані при таких геометричних розмірах і фізико-механічних характеристиках матеріалів, що утворюють анкерне з'єднання: анкер із сталі ВСт3кп2 діаметром $d_s = 2$ см, модуль пружності $E_s = 2 \times 10^5$ МПа, коефіцієнт Пуассона $\mu_s = 0,25$; акрилові клеї з $E_k = 3 \times 10^3$; $4,3 \times 10^3$; $6,5 \times 10^3$; 8×10^3 ; 10×10^3 МПа і $\mu_k = 0,3$; товщина клейового шару 1 см, масив з бетону класу В15 з $E_b = 2,3 \times 10^4$ МПа; $\mu_b = 0,16$; глибина закладення анкера $l_{анк} = 10 \cdot d_s = 20$ см.

У результаті розрахунків отримані епюри нормальних осьових напружень у забитій частині анкера σ_z^s , в бетоні σ_z^b і клеї σ_z^k , дотичних τ_{rz} , радіальних $\sigma_r^{k(b)}$ і колових $\sigma_\theta^{k(b)}$ напру-

жень відповідно на контактах клей-анкер і клей-бетон, а також переміщень у клеї і бетоні W відповідно на контакті клей-анкер і клей-бетон. За цими епіюрами побудовані графіки залежностей максимумів, вказаних напружень і переміщень, від модуля пружності клею.

Збільшення твердості акрилових клеїв, застосовуваних для закладення анкера в бетонний масив, супроводжується підвищенням міцності клейового анкерування (рис. 4.3,а,б,в) і зниженням деформативності з'єднання (рис. 4.3,г,д). У міру збільшення модуля пружності акрилового клею зменшуються дотичні й нормальні напруження в клейовому циліндрі і на контакті клей-бетон. У той же час спостерігається збільшення нормальних осьових напружень у забитій в бетон частині анкера і радіальних на контактах клей-анкер і клей-бетон.

Завдяки меншому модулю пружності E_k у порівнянні з модулями пружності бетону E_b і металу E_s , клей розподіляє напруження, що виникають від прикладання висмикувального зусилля між анкером і бетонним масивом. Це пояснюється тим, що при висмикуванні напруження від анкера повністю передаються на клейовий шар і далі на бетон. Головний вектор дотичних напружень не залежить від співвідношень модулів пружності матеріалів, що утворюють анкерне з'єднання. Вплив фізико-механічних властивостей бетону на напружено-деформований стан анкерного з'єднання вивчали на бетолах класів B15, B20, B25, B30 і B40 з модулем пружності $E_b = 2,3 \times 10^4$; $2,65 \times 10^4$; $3,15 \times 10^4$; $3,5 \times 10^4$ і $3,8 \times 10^4$ МПа зазначених вище при характеристиках анкера і клею. Фізико-механічні властивості бетону майже не справляють впливу на зміну напружено-деформованого стану анкерного з'єднання. Це показують розрахунки і підтверджують експериментальні дослідження.

Вплив глибини закладення анкера. У результаті розрахунків з визначення впливу глибини закладення анкера на напружено-деформований стан анкерного з'єднання отримані епіюри розподілу напружень і переміщень в анкері і клеї відповідно на контактах клей-анкер і клей-бетон. За ними побудовані графіки максимумів напружень і переміщень залежно від глибини закладання клейового анкера (рис. 4.4). Зі збільшенням глибини закладання анкера спостерігається згасаючий характер зменшення напружень в елементах з'єднання. Особливо це помітно

при глибині закладення $l_{\text{анк}} \geq 10d_s$, коли напруження прагнуть до деякої межі. При подальшому її збільшенні міцність з'єднання не підвищується.

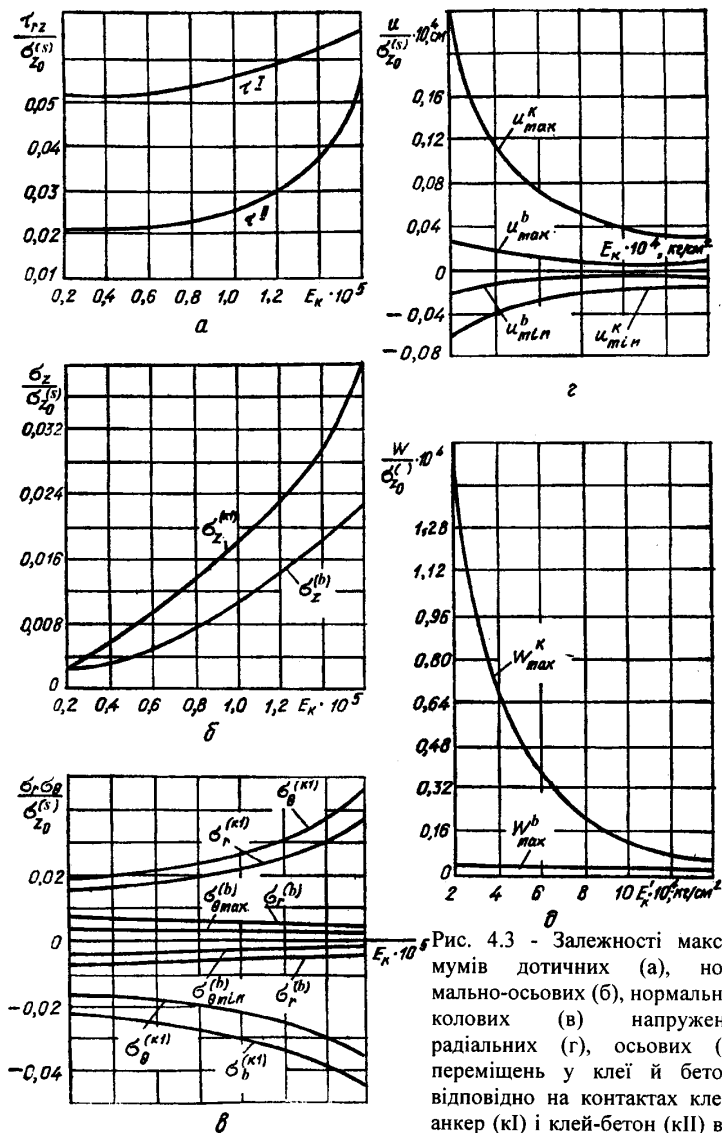


Рис. 4.3 - Залежності максимумів дотичних (а), нормально-осьових (б), нормально-колових (в) напружень, радіальних (г), осьових (д) переміщень у клеї й бетоні відповідно на контактах клей-анкер (кл) і клей-бетон (клІІ) від модуля пружності клею

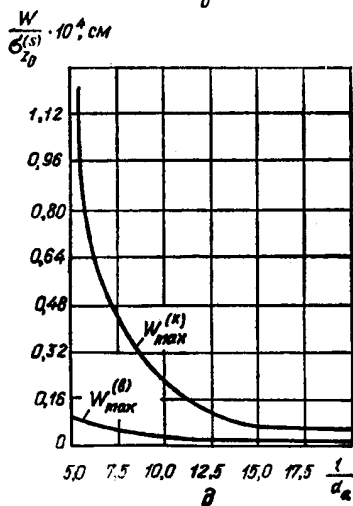
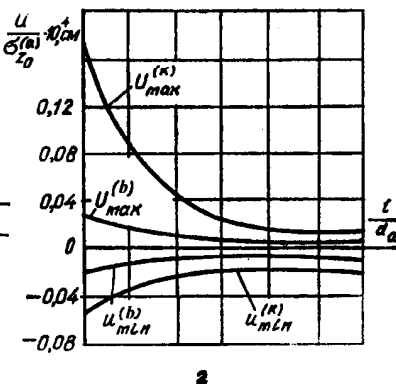
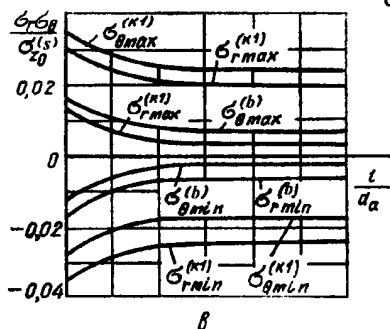
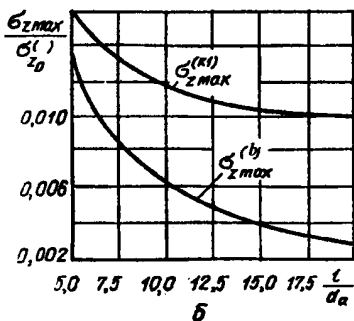
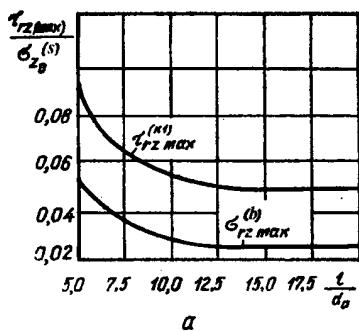


Рис. 4.4 - Залежності максимумів дотичних (а), нормально-осьових (б), радіально-колових (в), радіальних (г), осьових (д) переміщень у клеї й бетоні відповідно на контактах клей-анкер (кІ) і клей-бетон (кІІ) від глибини закладання анкера

Вплив товщини клейового шару. Зміна товщини клейового шару призводить до значних змін напружено-деформованого стану анкерного з'єднання: зі зменшенням товщини клейового шару напруження в клеї на контакті клей-анкер збільшуються незначно, а на контакті клей-бетон різко зростають (рис. 4.5). Особливо це позначається на збільшенні дотичних $\tau_{rz}^{(b)}$ і радіальних $\sigma_r^{(b)}$ напружень у бетоні, які зі зменшенням товщини клейового шару ($\delta_{кл} \rightarrow 0$) прагнуть до значень дотичних і радіальних напружень у клеї на контакті клей-анкер.

Збільшення дотичних і нормальних радіальних напружень у бетоні на контакті клей-бетон найбільш небезпечне у зв'язку з малою міцністю бетону на зріз і розтяг. Очевидно, при товщині клейового шару близького до нульового значення, може зруйнуватися з'єднання на контакті клей-бетон по бетону.

Вплив діаметра анкера. Вплив поперечних розмірів анкера на напружено-деформований стан досліджували на з'єднаннях з анкерами, діаметри яких охоплюють можливий діапазон їхнього застосування. Ці дослідження проводили в двох напрямках. Перше - при подібності геометричних розмірів анкерного з'єднання, тобто при постійних значеннях відношень l_0 , l_1 і l_2 . У цьому випадку поперечні розміри анкера не мають впливу на напружений стан з'єднання. Але за такої умови розміри свердловини в бетоні дуже великі (особливо для анкерів $d_s \geq 4$ см), не економічні і їх технологічно важко виконати. Тому були проведені дослідження в другому напрямку, коли порушується подібність геометричних розмірів з'єднання. У цьому випадку відношення l_0 залишається постійним, а l_1 і l_2 збільшуються зі зростанням діаметра анкера. Результати розрахунків подані графіками максимумів напружень і переміщень (рис. 4.6) залежно від діаметра анкера при постійній товщині клейового шару. Зі збільшенням діаметра анкера напруження і переміщення в елементах з'єднання зростають. Особливо помітні збільшення напружень на контакті клей-бетон. Так, зі збільшенням l_1 і l_2 при постійному l_0 спостерігається незначне зростання дотичних напружень на контакті клей-анкер τ_{rz}^K і значне на контакті клей-бетон $\tau_{rz}^{(b)}$ (рис. 4.6,а). Значно збільшуються напруження σ_r^K і переміщення $i^{(K)}$ і $W^{(K)}$ у клеї на контакті клей-анкер і в бетоні

$\sigma_r^{(b)}, u^{(b)}, W^{(b)}$ на контакті клей-бетон (рис. 4.6, в, г, д). Зростання значень дотичних і радіальних напружень зі збільшенням l_1 зменшує адгезійну міцність і несучу здатність анкерного з'єднання; зусилля $P_{вид}$, прикладене до анкера, зменшується.

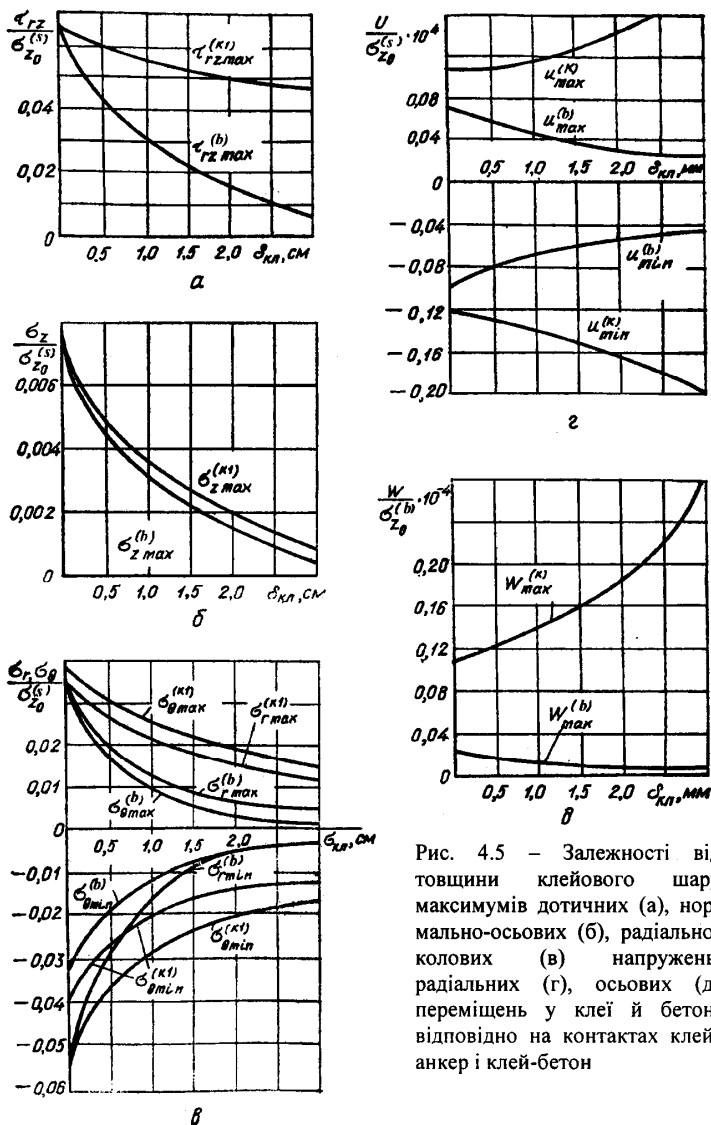


Рис. 4.5 – Залежності від товщини клейового шару максимумів дотичних (а), нормально-осьових (б), радіально-колових (в) напружень, радіальних (г), осьових (д) переміщень у клеї й бетоні відповідно на контактах клей-анкер і клей-бетон

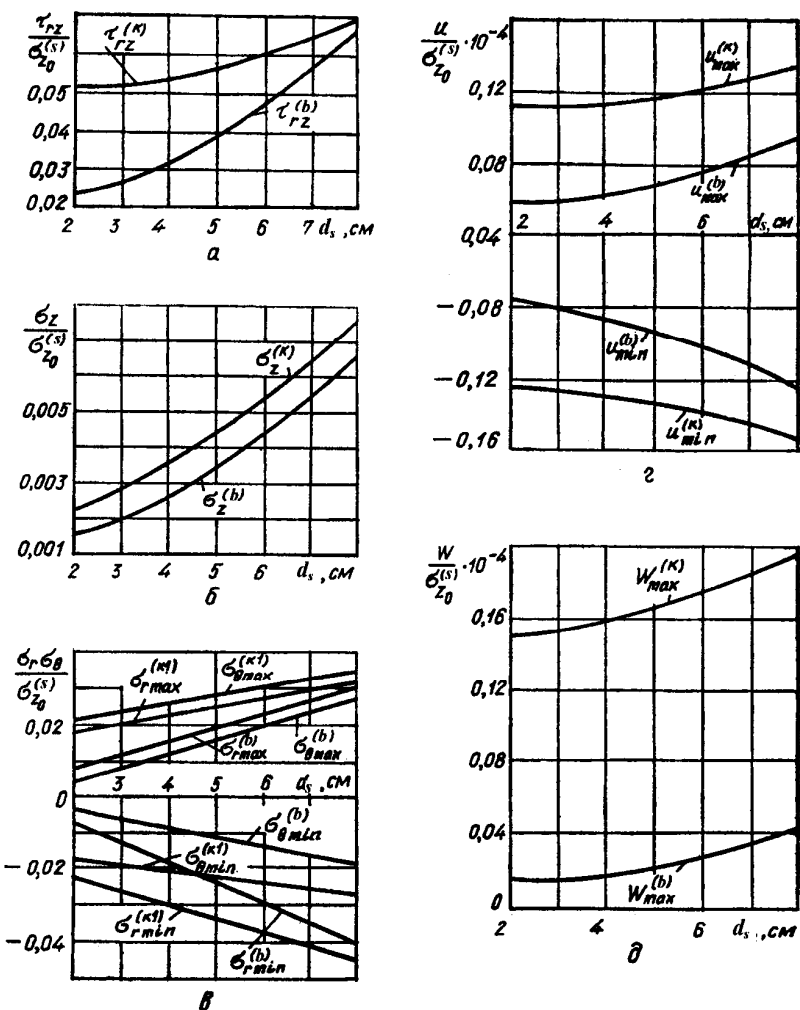


Рис. 4.6 – Залежність від діаметра анкера максимумів дотичних (а), нормально-осьових (б), радіально-колових (в) напружень, радіальних (г) і осьових (д) переміщень у клеї і бетоні відповідно на контактах клей-анкер і клей-бетон

Зростання нормальних осьових $\sigma_z^{(\kappa)}$ і колових $\sigma_\theta^{(\kappa)}$ напружень і переміщень u_κ у клеї (рис. 4.6,б,в,г,д) не справляє іс-

тотного впливу на міцність з'єднання у вигляді великої міцності акрилового клею на стиск і розтягання.

Більш небезпечним є збільшення нормальних осьових $\sigma_z^{(b)}$, радіальних $\sigma_r^{(b)}$, колових $\sigma_\theta^{(b)}$ напружень і переміщень у бетоні (рис. 4.6,б,в,г, д), тому що напруження можуть перевищити межі міцності на стиск і розтягання бетону. У такому випадку необхідно збільшити товщину клейового шару або глибину закладення анкера, марку бетону чи передбачити конструктивні заходи щодо збільшення міцності з'єднання (наприклад, армування тіла бетону).

Вплив товщини бетонного циліндра. У випадку закладення болтів чи випусків арматури в обрізи або елементи фундаменту треба знати мінімальну відстань від них до грані бетону, для чого ми досліджували розподіл напружень у бетонній оболонці. Результати розрахунків представлені на графіках (рис. 4.7) залежностей максимумів напружень і переміщень у з'єднанні від товщини бетонної оболонки. Згідно з цими графіками зі збільшенням товщини бетонного циліндра зростають максимумами дотичних τ_{rz} і радіальних σ_r напружень, але зменшуються максимумами нормальних осьових $\sigma_z^{(b)}$ і колових $\sigma_\theta^{(b)}$ напружень у бетоні. При товщині бетону $6d_s$ вони стабілізуються. Аналогічно змінюються радіальні й осьові переміщення (рис. 4.7,г,д).

Найбільш небезпечними є нормальні розтягуючі осьові й колові напруження, що виникають у бетонному циліндрі при висмикуванні анкера. Тому нормальні осьові напруження визначали при $z_0 = 0$ (де $\sigma_z^{(b)}$ має максимальне значення), а колові при $z = l_{анк}$ (де $\sigma_\theta^{(bII)}$ має максимальні значення) і в точках, віддалених від поверхні контакту клей-бетон на різні відстані. Отримані результати свідчать, що при віддаленні анкера від обрізу елемента на відстань $5d_s$ значного зменшення напружень в анкерному з'єднанні не відбувається.

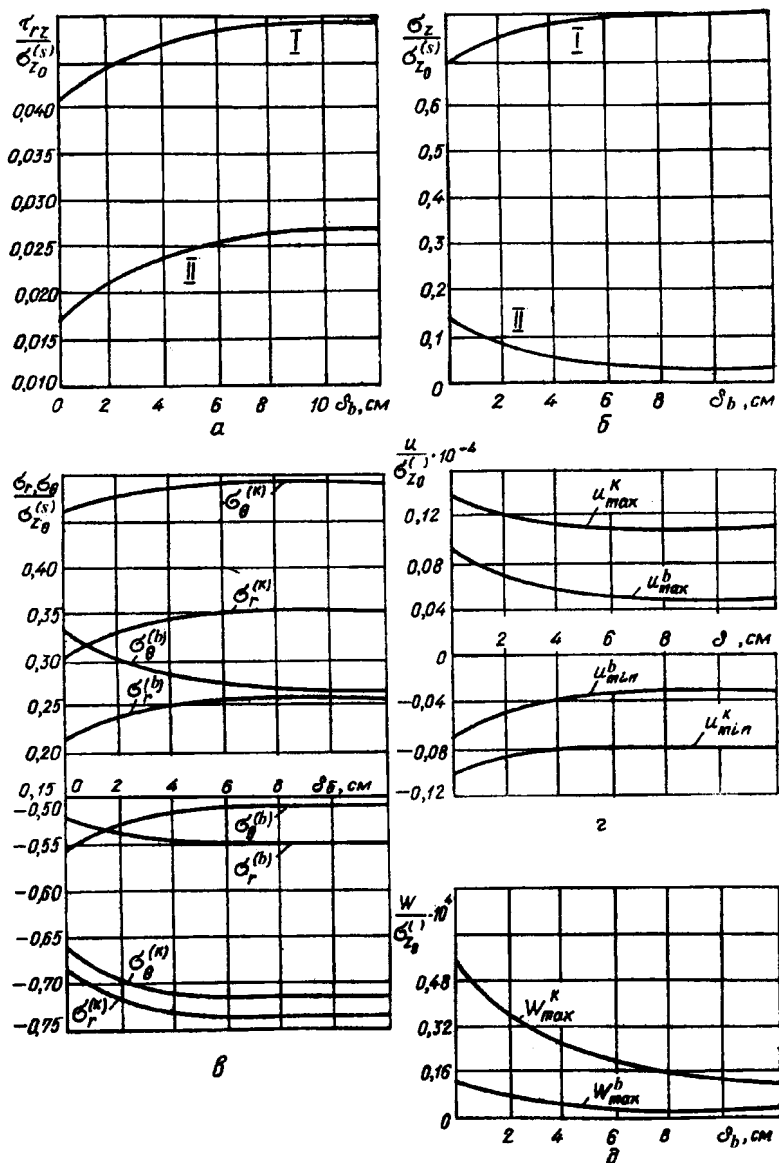


Рис. 4.7 – Залежність від товщини циліндра максимумів дотичних (а), нормально-осьових (б), радіально-колових (в) напружень, радіальних (г) і осьових (д) переміщень у клеї і бетоні відповідно на контактах клей-анкер (I) і клей-бетон (II)

4.1.3. Розрахунок анкерного з'єднання

Отримане рішення задачі про напружено-деформований стан анкерного з'єднання на акрилових клеях дозволяє знайти напруження і деформації в будь-якій його точці.

Максимальні значення дотичних τ_{rz} , нормальних осьових σ_z , радіальних σ_r і колових σ_θ напружень у з'єднанні визначали за формулою

$$\tau(\sigma) = \sigma_{z0}^s k_1 k_2 k_3 k_4, \quad (4.17)$$

де σ_{z0}^s - розрахункове напруження в анкерному стержні, МПа; k_1, k_2, k_3, k_4 - коефіцієнти, що враховують фізико-механічні характеристики акрилового клею і геометричні характеристики анкерного з'єднання (табл. 4.1 - 4.4).

Таблиця 4.1 – Значення коефіцієнта k_1 , що враховує напруження в елементах анкерного з'єднання залежно від модуля пружності акрилового клею при геометричних характеристиках: ($l_{анк} = 10d_s$, $l_0 = 20$, $l_l = 10$ і $l_2 = 1,66$)

Вид напруження	k_1 при модулі пружності клею E_k , МПа						
	0,2х х10 ⁴	0,4х х10 ⁴	0,6х х10 ⁴	0,8х х10 ⁴	1х х10 ⁴	1,2х х10 ⁴	1,4х х10 ⁴
$\tau_{rz}^{(\kappa l)}$	0,0506	0,0513	0,0536	0,0550	0,0570	0,0590	0,0625
$\tau_{rz}^{(b)}$	0,0219	0,0233	0,0246	0,0250	0,0279	0,0310	0,0365
$\sigma_{rz}^{(\kappa l)}$	0,0020	0,0058	0,0100	0,0150	0,0205	0,0260	0,0325
$\sigma_{rz}^{(b)}$	0,0022	0,0040	0,0060	0,0088	0,0120	0,0150	0,0190
$\sigma_r^{(\kappa l)}$ max min	+0,0170 -0,0210	+0,0190 -0,0230	+0,0210 -0,0250	+0,0230 -0,0260	+0,0260 -0,0300	0,0289 -0,0339	0,0236 -0,0339
$\sigma_r^{(b)}$ max min	+0,0066 -0,0070	+0,0059 -0,0066	+0,0053 -0,0059	+0,0049 -0,0053	+0,0046 -0,0046	0,0043 -0,0044	0,0039 -0,0043
$\sigma_\theta^{(\kappa l)}$ max min	+0,0194 -0,0166	0,0210 -0,0176	0,0240 -0,0193	0,0279 -0,0207	+0,0306 -0,0233	0,0350 -0,0266	0,0400 -0,0306
$\sigma_\theta^{(b)}$ max min	+0,0046 -0,0050	+0,0039 -0,0046	+0,0033 -0,0039	+0,0029 -0,0033	0,0026 -0,0026	0,0023 -0,0024	0,0019 -0,0023

Щоб визначити напруження в найбільш небезпечних точках з'єднання, треба спочатку знати $l_1 = \frac{l_{\text{анк}}}{r_2}$ і $l_2 = \frac{l_{\text{анк}}}{r_3}$ при глибині закладення анкера $l_{\text{анк}} = 10d_s$.

Приклад розрахунку анкерного з'єднання. Анкерний болт діаметром $d_s = 5,6$ см закладають у бетон класу В20 на глибину $l_{\text{анк}} = 7,5d_s$ за допомогою акрилового клею з модулем пружності $E_k = 0,2 \times 10^4$ МПа. Товщина клейового шару $\delta_k = 1$ см, бетонної оболонки $\delta_b = 3,2$ см. Розрахункове навантаження на стержень відповідно до СНиП II-23-81* $\sigma_{z0}^{(s)} = 185$ МПа (за різьбленням), в анкері $\sigma_s = 133,74$ МПа.

Розраховуємо геометричні характеристики з'єднання
 $l_{\text{анк}} = 7,5d_s$; $d_s = 7,5 \cdot 5,8 = 42$ см, $l_0 = \frac{l_{\text{анк}}}{r_1} = \frac{42}{2,8} = 15$;
 $l_1 = \frac{l_{\text{анк}}}{r_2} = \frac{42}{3,8} = 11,05$; $l_2 = \frac{l_{\text{анк}}}{r_3} = \frac{42}{7,0} = 6$.

Таблиця 4.2 – Значення поправочного коефіцієнта k_2 , що враховує глибину закладення анкера $l_{\text{анк}}$ при $E_k = 0,2 \times 10^4$ МПа, $\delta = 1$ см і $\delta_b = 5d_s$

Вид напруження	$5 d_s$	$7,5 d_s$	$10 d_s$	$12,5 d_s$	$15 d_s$
$\tau_{rz}^{(\kappa I)}$	1,88	1,35	1	0,94	0,94
$\tau_{rz}^{(b)}$	1,85	1,25	1	0,96	0,96
$\sigma_{rz}^{(\kappa I)}$	1,41	1,12	1	0,93	0,92
$\sigma_{rz}^{(b)}$	1,88	1,42	1	0,714	0,53
$\sigma_r^{(\kappa I)}_{\min}^{\max}$	1,42	1,09	1	0,95	0,95
	1,48	1,08	1	0,95	0,95
$\sigma_r^{(b)}_{\min}^{\max}$	2,38	1,32	1	1	1
	3	1,58	1	1	1
$\sigma_\theta^{(\kappa I)}_{\min}^{\max}$	1,35-0,033	1,09-0,0266	1-0,0243	0,95-0,0233	0,95-0,0233
	1,61-0,0300	1,14-0,0213	1-0,0186	1-0,0186	1
$\sigma_\theta^{(b)}_{\min}^{\max}$	2,1-0,0139	1,29-0,0035	1-0,0066	1-0,0066	1
	4,8-0,0126	1,92-0,005	1-0,0026	0,73-0,0019	0,73-0,0019

Максимальні значення напружень у відносних одиницях $E_k = 0,2 \times 10^4$ МПа знаходимо за табл. 4.2, значення поправочних коефіцієнтів k_1 , k_2 , k_3 і k_4 залежно від $l_{анк}$, l_1 і l_2 - за табл. 4.3 і 4.4.

Таблиця 4.3 – Значення поправочного коефіцієнта k_3 ,
що враховує товщину клейового шару
(при $l_{анк} = 10d_s$; $l_0 = 20$ та $E_k = 0,2 \times 10^4$ МПа)

Вид на- пру- ження	18	16	14	12	10	8	6	4	2
$\tau_{rz}^{(\kappa I)}$	1,16	1,09	1,05	1,03	1	0,95	0,88	0,86	0,86
$\tau_{rz}^{(b)}$	3,17	2,66	2,10	1,16	1	0,70	0,26	0,22	0,21
$\sigma_{rz}^{(\kappa I)}$	2,94	2,28	1,63	1,25	1	0,68	0,35	0,28	0,25
$\sigma_{rz}^{(b)}$	2,60	2,50	1,76	1,30	1	0,62	0,22	0,19	0,15
$\sigma_r^{(\kappa I)}_{\max}$	1,62	1,41	1,20	1,13	1	0,83	0,60	0,58	0,53
$\sigma_r^{(\kappa I)}_{\min}$	2,20	1,80	1,40	1,20	1	0,84	0,70	0,69	0,68
$\sigma_r^{(b)}_{\max}$	3,13	2,33	1,60	1,23	1	0,56	0,26	0,23	0,21
$\sigma_r^{(b)}_{\min}$	4,58	3,46	2,16	1,56	1	0,54	0,20	0,20	0,20
$\sigma_\theta^{(\kappa I)}_{\max}$	1,97	1,65	1,32	1,12	1	0,80	0,61	0,60	0,60
$\sigma_\theta^{(\kappa I)}_{\min}$	2,43	2,00	1,50	1,15	1	0,88	0,69	0,68	0,68
$\sigma_\theta^{(b)}_{\max}$	3,75	2,87	1,93	1,33	1	0,55	0,14	0,14	0,14
$\sigma_\theta^{(b)}_{\min}$	4,53	3,33	2,13	1,50	1	0,66	0,33	0,32	0,32

Одержуємо:

$$\tau_{rz}^{(\kappa I)} = 133,74 \cdot 0,0513 \cdot 1,35 \cdot 1,01 \cdot 0,7 = 6,54 \text{ МПа};$$

$$\tau_{rz}^{(b)} = 133,74 \cdot 0,0233 \cdot 1,25 \cdot 1,08 \cdot 1,11 = 0,46 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{rz}^{(\kappa I)} = 133,74 \cdot 0,0058 \cdot 1,12 \cdot 1,12 \cdot 0,66 = 0,64 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{rz}^{(b)} = 133,74 \cdot 0,0040 \cdot 1,42 \cdot 1,15 \cdot 9,77 = 8,53 \text{ МПа};$$

$$\sigma_r^{(\kappa I)}_{\max} = 133,74 \cdot 0,0190 \cdot 1,09 \cdot 1,06 \cdot 0,72 = 2,11 \text{ МПа};$$

$$\sigma_r^{(\kappa I)}_{\min} = -133,74 \cdot 0,0230 \cdot 1,08 \cdot 1,10 \cdot 0,88 = -3,21 \text{ МПа};$$

$$\sigma_r^{(b)}_{\max} = 133,74 \cdot 0,0059 \cdot 1,32 \cdot 1,12 \cdot 0,58 = 0,67 \text{ МПа};$$

$$\sigma_r^{(b)}_{\min} = -133,74 \cdot 0,0066 \cdot 1,58 \cdot 1,28 \cdot 0,90 = -1,61 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{\theta}^{(\kappa I)} \max = 133,74 \cdot 0,0210 \cdot 1,09 \cdot 1,06 \cdot 0,87 = 2,82 \text{ МПа};$$

$$\min = -133,74 \cdot 0,0176 \cdot 1,14 \cdot 1,07 \cdot 0,83 = -2,38 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{\theta}^{(b)} \max = 133,74 \cdot 0,0039 \cdot 1,29 \cdot 1,16 \cdot 1,88 = 1,46 \text{ МПа};$$

$$\min = -133,74 \cdot 0,0046 \cdot 1,92 \cdot 1,25 \cdot 1,22 = -1,79 \text{ МПа}.$$

Таблиця 4.4 – Значення поправочного коефіцієнта k_4 ,
що враховує товщину бетонної оболонки δ_b
(при $l_{анк} = 10d_s$; $l_0 = 20$ і $E_k = 0,2 \times 10^4$ МПа)

Вид напру- ження	6	5,5	5	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5
$\tau_{rz}^{(\kappa I)}$	0,70	0,75	0,81	0,83	0,86	0,89	0,91	0,93	0,97	1
$\tau_{rz}^{(b)}$	0,11	0,35	0,60	0,68	0,76	0,84	0,89	0,96	1,00	1
$\sigma_{rz}^{(\kappa I)}$	0,66	0,76	0,87	0,90	0,92	0,94	0,96	0,98	1,00	1
$\sigma_{rz}^{(b)}$	9,77	7,38	5,01	4,20	3,30	2,48	2,10	1,72	1,00	1
$\sigma_r^{(\kappa I)}_{\min}$	0,72 0,88	0,79 0,91	0,86 0,93	0,89 0,94	0,91 0,98	0,93 0,96	0,95 0,98	0,97 0,99	0,99 0,99	1 1
$\sigma_r^{(b)}_{\min}$	0,58 0,90	0,70 0,93	0,82 0,96	0,87 0,97	0,90 0,98	0,92 0,98	0,96 0,99	0,98 0,99	0,98 1,00	1 1
$\sigma_{\theta}^{(\kappa I)}_{\min}$	0,87 0,83	0,90 0,88	0,92 0,92	0,94 0,94	0,95 0,95	0,96 0,96	0,98 0,97	0,98 0,98	1,00 0,99	1 1
$\sigma_{\theta}^{(b)}_{\min}$	1,88 1,22	1,53 1,13	1,27 1,07	1,19 1,05	1,17 1,04	1,12 1,03	1,06 1,01	1,03 1,01	1,00 1,00	1 1

Порівнявши значення отриманих напружень з розрахунковими опорами матеріалів, що утворюють з'єднання, перевіримо його.

Міцність на зсув і відрив на контакті клей-метал (адгезійна міцність) для акрилових клеїв $\tau_{кл} = 16$ МПа і $\sigma = 14$ МПа. Когезійна міцність акрилового клею при розтягуванні $\sigma_p = 20$ МПа, на стиск $\sigma_{сж} = 60$ МПа. Розрахункові характеристики бетону такі: $R_{np} = 7$ МПа і $R_p = 0,6$ МПа. Отримані напруження в клеї і бетоні нижче розрахункових. Радіальні розтягуючі напруження у бетоні перевищують R_p , але це відбувається в місці входу болта у фундамент, тому цю частину фундаменту армують для сприйняття розтягуючих напружень.

Питання для самоперевірки до розділу 4

1. Які виникають напруги і деформації в елементах анкерного клейового з'єднання?
2. Від чого залежать величини напруг і деформацій в елементах клейових анкерів?
3. Який характер розподілу напруг в елементах клейового анкера?
4. Як впливають на напружений стан з'єднання фізико-механічні властивості клеїв і бетону?
5. Як впливає геометрія анкерного з'єднання на його напружений стан?
6. Для чого необхідний розрахунок анкерного з'єднання і в чому він полягає?

ТЕХНОЛОГІЯ УСТАНОВКИ ФУНДАМЕНТНИХ БОЛТІВ У БЕТОНІ Й ЗАЛІЗОБЕТОНІ

Як показав досвід анкероустановочних робіт [6,10,11,49-51, 55,73,74,76,77,101,104,110-112,125,129,130,135,136, 137, 141, 142], найбільш технологічними є способи кріплення устаткування до бетонних і залізобетонних конструкцій за допомогою глухих фундаментних болтів, що закладаються в готові конструкції фундаменту, підлоги та ін. До таких способів відноситься установка болтів у пробурені свердловини в готових чи існуючих бетонних або залізобетонних конструкціях на клеях (силоксановому, епоксидному, акриловому) чи на жорсткій цементно-піщаній суміші (віброзачеканка). Технологія установки болтів цими способами полягає з наступних основних технологічних етапів: утворення свердловин, приготування суміші, установка анкерних болтів.

5.1. Утворення свердловин у бетоні і залізобетоні

Утворення свердловин у бетоні й залізобетоні виконується механізованим інструментом, технічні характеристики якого наведені нижче. Їх здійснюють за розміткою, або через отвори під фундаментні болти у станинах попередньо вивіреного устаткування, або за допомогою кондукторної плити (рис. 5.1).

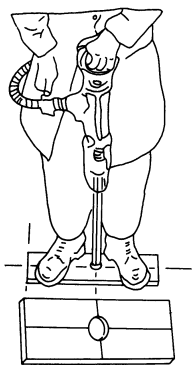


Рис. 5.1 - Свердління з кондукторною плитою

Розмітку місць установки болтів проводять:

а) загальноприйнятими методами геодезичної розбивки, при цьому рекомендується осі устаткування та осі отворів намалювати керном по олійній фарбі;

б) за шаблоном (знятим з анкера-плану) з використанням його як кондуктора;

в) шляхом попередньої установки устаткування з накернюванням місць розташування болтів через отвор у станині.

Розмітку отворів виконують у строгій відповідності з розмірами на кресленнях. Похибка розмітки отворів під болти має бути не більше 50% величини відхилень допустимих розташувань осей фундаментних болтів.

Точність розмітки осей отворів повинна бути не нижче величини, обумовленої залежністю:

$$\sqrt{\delta_x^2 + \delta_y^2} = (D - d_s) / 4, \quad (5.1)$$

де δ_x і δ_y - величини відхилень від номінальних розмірів, що координують положення осі отворів; D - діаметр отвору під болт у станині устаткування: витримування потрібних допусків при бурінні свердловин необхідне для надійної роботи анкерних болтів.

Технологія утворення свердловин повинна відповідати вимогам діючих технічних умов на провадження робіт і правил техніки безпеки.

Для буріння свердловин у бетоні й залізобетоні використовують бури, свердла з твердосплавними напайками або оснащені природними чи штучними алмазами [3,80,81,98,105]. Промисловість випускає електро- і пневматичні дрилі, молотки й перфатори, робочі органи яких оснащені твердосплавними пластинами, що дозволяють якісно свердлити необхідні для анкерних болтів отвори механізованим способом. Інструмент підбирають залежно від діаметра отворів, марки бетону і насиченості арматурою. Доцільно використовувати твердосплавний інструмент з ударно-поворотною дією робочого органа. Ударно-поворотне свердління завдяки великій енергії удару і малій площі контакту робочого органа з матеріалом практично можна застосовувати для пробивання отворів у конструкціях з бетону будь-якої міцності.

Найбільш широке використання для утворення отворів у бетонних і залізобетонних конструкціях знайшли ручні пневматичні перфатори різного типу, оснащені твердосплавним інструментом (табл. 5.1). Робочим органом ручних перфаторів є коронки. Для утворення свердловин діаметром до 60 мм застосовують серійні коронки долотчастого і хрестового типу (табл. 5.2). Вид коронок представлений на рис. 5.2. При діаметрі отвору більш 60 мм використовують спеціальні розбурюючі коронки

Таблиця 5.1 – Пневматичні перфторатори для буріння свердловин у бетоні

Тип перфторатора	Діаметри свердловин, мм		Спосіб очищення свердловин від бурового дрібняку				Маса з віброгасним пристроєм та глушником шуму, кг	Робота удару, кгс/см	Крутий момент, кгс/см	Число ударів за 1 хв.	Витрата повітря, м ³ /хв	Розміри хвостовика штанги (бур) за ГОСТ 11446-65, мм
			продувка свердловин повітрям	промивання водою	повітряно-водна суміш	пилосос						
ПР18ЛУ (ПР-19)	+		+	+			26	4	120	2300-2600	2,8	22 x 108
ПР20Л ^(*) (ПР-20)	+		+	+			26,5	4	120	2300-2600	2,8	22 x 108
ПР24ЛУ (ПР24ЛУБ)	+	+	+	+			28,5 - 29	5,2	200	2300-2600	3,5	25 x 108
ПР25Л ^(*) (ПР25ЛБ)	+	+	+	+			32 - 33	5,8	180	2300-2600	3,5	25 x 108
ПР30ЛУ	+	+	+	+	+		29,5	5,8	135	1700	3	25 x 108
ПР30ЛУБ							31					
ПР30 ^(*)	+	+	+	+			34	6,5	150	1800-2000	3,5	25 x 108
ПР30Б ^(*)	+	+	+	+			35,5	6,5	150	1800-2000	3,5	25 x 108
ПР30С ^(*)	+	+	+				34,5	6,5	150	1800-2000	3,5	25 x 108
ПР30П ^(*)	+	+					35	16,5	150	1800-2000	3,5	28 x 100
ПР30РП ^(*)	+	+	+		+		34,6	6,5	150	1800-2000	3,5	25 x 108
ПР30РК ^(*)	+	+	+		+		35,5	6,5	150	1800-2000	3,5	28 x 100

ПРИМІТКА: 1 - зрочкою позначені типи перфтораторів з підвищеною швидкістю буріння, полішеними віброгасними пристроями, постаченими глушниками шуму;

2 - робочий тиск стиснутого повітря для всіх типів перфтораторів - 5 атм.

[3,105]. Типи коронок вибирають таким чином, щоб діаметр утвореного отвору перевищував діаметр закріплюваного болта на 10-20 мм.

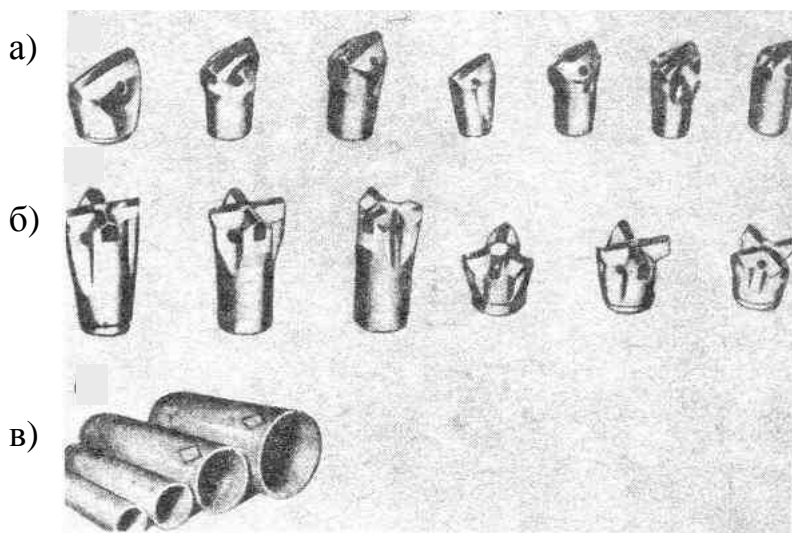


Рис. 5.2 - Бурові коронки для пневматичних перфтораторів:
а - долотчасті; б - хрестові; в - алмазні

Сумарна довжина пробурюваних свердловин у бетоні класів В10-В30 до повного зносу коронки залежно від її діаметра складає:

d , мм	L , м
30	80 – 90
40	50 – 70
50	35 – 40
60	25 – 30.

У комплект устаткування перфтораторів входять також бурові штанги, виготовлені зі спеціальної бурової шестигранної сталі. Штанги мають поздовжні отвори діаметром 9 мм для подачі промивної води чи стиснутого повітря для очищення отворів. Переріз шестигранника відповідає буксі перфторатора. Коронки зі штангами з'єднують натягом за допомогою конуса штанги, що передає крутний момент. Тому конусну частину штанг

виготовують особливо ретельно і перевіряють шаблоном [51, 80,81]. Довжину штанги підбирають залежно від глибини свердловини. Типи і розміри штанг наведені в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Бурові штанги для пневматичних перфтораторів

Типи штанг	Довжина штанги, мм	Маса, кг
БШ25-700	700	2,8
БШ25-1300	1300	5.1
БШ25-1600	1600	6.3
БШ25-1900	1900	7,6
БШ25-2500	2500	9,9
БШ25-3100	3100	12,3
БШ25-3400	3400	13,4
БШ25-3700	3700	14,7
БШ25-4300	4300	17,09

Примітки: а) для всіх типів штанг розмір шестигранника - 25 мм, діаметр посадкового конуса - 25 мм, кут посадкового конуса – 7° .

б) при замовленні штанг треба вказувати спосіб очищення свердловин і довжину штанги.

Наприклад: бурова штанга БШ25-1300 для буріння з продувкою чи центральним промиванням; бурова штанга БШ25-700 для буріння з подачею води через бурову муфту-насадку. Перша цифра означає діаметр вписаного кола штанги, друга - її довжину.

В останні роки для буріння свердловин у бетоні знайшли застосування електричні перфторатори, типи яких подані в табл. 5.4. Види бурильних інструментів для зазначених перфтораторів наведені на рис. 5.3. Основним недоліком цього інструмента є труднощі видалення бурового дрібняка із свердловини.

Для свердління свердловин під конічні болти і дюбелі застосовують електро- і пневмоперфторатори чи свердлильні машини, оснащені алмазними кільцевими свердлами.

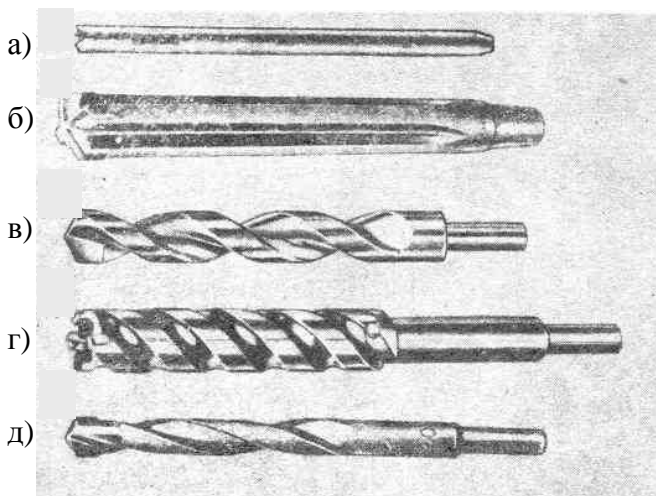


Рис. 5.3 - Бурильний інструмент для електричних перфаторів:
 а - шлямбур трубчастий; б - торцевий шлямбур; в - свердло;
 г - порожнисте свердло

При свердлінні алмазними коронками і коронками, оснащеними твердими сплавами, необхідна подача води для охолодження в зону різання. Витрата води залежить від діаметра пробурюваної свердловини. При діаметрі свердловини від 25 мм витрата води становить 1,5 л/хв., при діаметрі більше 25 мм - до 2,5 л/хв.

Діаметр свердловини для прямих болтів на синтетичних клеях (епоксидному, силоксановому чи акриловому) має бути на 6-16 мм більше діаметра болта, а діаметр свердловин для прямих болтів, що закріплюються за допомогою цементно-піщаної суміші способом віброзачеканки, визначається розмірами ущільнювального пристрою.

Для конічних болтів, які закріплюються за допомогою розтискної цанги, діаметри свердловин і їхні допустимі відхилення розмірів приймають за табл. 5.5.

Діаметр свердловин для конічних болтів, що закріплюються цементно-піщаним розчином методом віброзанурення, визначається діаметром $D_{кор}$ для свердління свердловин і приймається відповідно до табл. 5.6.

Таблиця 5.4 – Електричні перфторатори для буріння свердловин у бетоні

Тип перфторатора	Діаметр свердловин		Спосіб видалення бурового дрібняка		Маса, кг	Завод – виготовлювач
	до 30 мм	30-60 мм	стиснуте повітря	промивання водою		
1	2	3	4	5	6	7
ИЭ-4709, ИЭ-4712	+		Примусове видалення бурового дрібняка		7,0 10,0	м.Даугапилс «Електро-інструмент»
ИЭ-4707		до 40	+		10,5	-"-
UBH 2/20 RLF	+	-	Примусове видалення бурового дрібняка		2,3	BOSCH
UBH 2/20 SE	+	-	-"-		2,3	BOSCH
UBH 2/24 SE	+	-	-"-		3,5	BOSCH
UBH 2/26 SE	+	-	-"-		4,3	BOSCH
UBH 2/26-2BS	+	+	-"-		4,5	BOSCH
GBH 5/4 DCE	+	+	-"-		5,9	BOSCH
GBH 8/65DCE	+	+	-"-		8,0	BOSCH
GBH 7/45 DE	+	+	-"-		7,5	BOSCH
UBH 12/50	+	+	Примусове видалення бурового дрібняка		12,5	BOSCH
MBH-20	+	-	-"-		2,2	HAMMERS
MBH-23	+	-	-"-		2,3	HAMMERS
MBH-24	+	-	-"-		2,3	HAMMERS
MBH-25	+	-	-"-		3,0	HAMMERS
MBH-26	+	-	-"-		3,0	HAMMERS
BH-40K	+	+	-"-		5,8	HAMMERS
BH-40TK	+	+	-"-		5,8	HAMMERS
BH-45TK	+	+	-"-		6,2	HAMMERS/ BREAKER

Таблиця 5.5 – Допустимі відхилення свердловин для конічних болтів, які закріплюються за допомогою розтискної цанги

Діаметр болта, мм	12	16	20	24	30	36	42	48
Діаметр свердловини, мм	16	22	28	32	40	50	60	68
Допустимі відхилення, мм	+1			+1,5		+2		

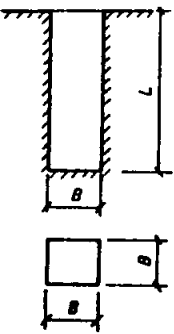
Таблиця 5.6 – Діаметр свердловин для конічних болтів, що закріплюються цементно-піщаним розчином

Діаметр болта, мм	12	16	20	24	30	36	42	48
Діаметр коронки $D_{кор}$ (діаметр свердловини). мм	30	30	40	43	52	60	70	80

Розміри колодязів для вигнутих болтів повинні прийматися відповідно до табл. 5.7.

Відстань від грані колодязя до зовнішньої грані фундаменту має бути не менше 50 мм для болтів діаметром від 12 до 24 мм і 100 мм - для болтів діаметром від 30 до 48 мм.

Таблиця 5.7 – Розміри колодязів для вигнутих болтів

Ескіз колодязя	Діаметр болта, мм	Розміри колодязя, мм	
		B	L
	12	100	300
	16		400
	20	150	500
	24		600
	30	200	750
	36		900
	42	250	1050
	48		1200

Допускається виготовлення круглих колодязів шляхом їхнього висвердлювання в готових фундаментах алмазними інструментами. Діаметр колодязя повинен бути рівним розміру *B*.

Під дюбелі діаметри свердловин визначаються розмірами свердлильного (різального) інструмента, що приймається за зовнішнім діаметром конструктивних елементів болта.

Перед початком буріння перевіряють робочий стан інструмента і перфоратора, цілісність твердосплавних пластин коронок, конусної і хвостової частин штанги, чистоту продувного (промивного) отвору, правильність загострення коронки.

Після підготовки і перевірки інструмента приступають до буріння свердловин у бетоні й залізобетоні. Для забезпечення необхідної точності розташування свердловин на фундаменті в процесі буріння використовують інвентарні кондукторні пристрої, а також установочні пристрої для буріння отворів діаметром більше 60 мм [80,81,105]. При влученні в переріз пробурюваного отвору елементів захисної арматури їх перерізають різакми будь-якого типу. Перерізання елементів арматури глибокого залягання (більше 40 мм) виконують за допомогою електрозварювальних апаратів з наступною видувкою продуктів плавлення і добуванням отвору на задану глибину.

У даний час розроблені й серійно випускаються кільцеві пустотілі свердла з коронкою зі штучних чи природних алмазів, а також інструмент для їхнього використання. Перевагою таких сверدل є можливість свердління залізобетону, висока точність отворів за діаметром. При свердлінні алмазними свердлами потрібні мінімальні зусилля і потужність обертального механізму. Крім того, при такому свердлінні в зоні отвору і по всій його висоті не утворюються мікротріщини. Алмазне свердло легко перерізає арматуру будь-якого діаметра. Це також велика перевага алмазних свердел перед твердосплавним інструментом. При свердленні отворів у бетоні діаметром 60 мм застосування алмазних свердел більш економічне в порівнянні з цим інструментом.

5.2. Приготування сумішей і клеїв

5.2.1. Приготування епоксидного клею

До складу епоксидного клею, як вказано в розділі 2.1, входять смола епоксидна ЕД-16 чи ЕД-20, поліетиленполіамін (затверджувач), дибутилфталат (пластифікатор) і кварцовий пісок (наповнювач) [98,100,104].

Компоненти клею повинні мати заводські паспорти і зберігатися в сухому приміщенні, спеціально призначеному для зберігання вогнебезпечних матеріалів при температурі від 0⁰С до 20⁰С.

Епоксидна смола, що застосовується для приготування клею, повинна мати вік не більше року. Поліетиленполіамін зберігають у герметично закритому скляному посуді не більше 6 місяців. Не допускається його зберігання на сонячному світлі і разом з кислотами. Пластифікатор (дибутилфталат) також повинен зберігатися в герметичній упаковці. Кварцовий пісок, який застосовується для приготування епоксидного клею, повинен бути добре висušений і мати зерна крупністю 0,50-0,35 мм.

До приготування епоксидного клею смоли ЕД-16 чи ЕД-20 завчасно пластифікують. Для цього наважку смоли (20-30 кг) розігрівають у водяній бані до температури 70⁰С, потім вводять у неї пластифікатор ДБФ або МГФ-9 і ретельно перемішують 10-15 хв. до зникнення повітряних пухирців. Після цього пластифіковану смолу охолоджують до температури навколишнього середовища.

Приготування клею рекомендується проводити при масовій установці болтів порціями по 5-7 кг у наступній послідовності.

Необхідну кількість пластифікованої смоли, затверджувача і кварцового піску відважують в окремі ємкості. Потім у пластифіковану смолу вводять затверджувач (ПЭПА) і суміш перемішують 5 хв., після чого вводять пісок і продовжують перемішування ще 5 хв.

Якість перемішування смоли із затверджувачем визначають одержанням одноколірної рідини, що видно при стіканні її з піднятого шпателя.

До приготування епоксидного клею смолу пластифікують. Для цього наважку смоли (10-15 кг) розігрівають у водяній бані до температури 60-80⁰С, після чого вводять у розігріту смолу пластифікатор (дибутилфталат-ДБФ) з розрахунку 20 мас-частин на 100 вагових частин ЕД-20. Суміш добре перемішують протягом 10-13 хв. доти, поки зникнуть повітряні пухирці. Після

цього пластифіковану смолу охолоджують до температури навколишнього середовища. При температурі навколишнього середовища вище 15⁰С для приготування епоксидного клею в окремі ємкості відважують необхідну кількість смоли, затверджувача і кварцового піску. Потім у клеємешалці-змішувачі (типу СЛ-10, СЛ-2) пластифіковану смолу перемішують із затверджувачем протягом 5 хв. Після цього в компаунд вводять пісок і продовжують перемішування ще 5 хв.

У випадку приготування клею вручну компоненти змішують в аналогічній послідовності в посудині типу «листа» для того, щоб забезпечити відведення тепла, виділеного при екзотермічному процесі полімеризації епоксидного клею. Ступінь готовності суміші пластифікованої смоли із затверджувачем визначають за однаковим кольором рідини, що стікає з піднятого шпателя. Ступінь готовності клею, після введення наповнювача - кварцового піску, встановлюють візуально за рівномірним розподілом зерен піску в обсязі клею.

При приготуванні епоксидного клею при температурі навколишнього середовища від 16 до -20⁰С підігріваємо пластифіковану смолу у водяній бані до температури 30 - 40⁰С і піску до 40⁰С. Після цього вводимо затверджувач і заповнювач.

У процесі приготування епоксидного клею необхідно контролювати температуру розігріву, оскільки при перевищенні 60⁰С відбувається різке скорочення часу технологічної життєздатності клею. Технологічна життєздатність епоксидного клею складає 60-65 хв.

Приклад розрахунку вагової дози епоксидного клею

Умови: треба встановити 20 фундаментних болтів діаметром 20 мм з глибиною закладання 10 d_s .

Необхідну кількість клею в грамах визначаємо за формулою

$$P = \pi l_{\text{анк}} / 4 (d_c^2 - d_s^2) N \gamma,$$

де $l_{\text{анк}}$ - глибина свердловини, см; d_c - діаметр свердловини, см; d_s - діаметр болта, см; N - кількість болтів, шт; γ - щільність клею (2 г/см³):

$$P = 3,14 \cdot 20 / 4 (3^2 - 2^2) = 3149 \text{ г.}$$

Визначаємо кількість складових епоксидного клею:

а) склад клею:

ЕД-16	100 вагових доз
ДБФ	20 вагових доз
ПЕПА	15 вагових доз
<u>Пісок</u>	<u>200 вагових доз</u>
РАЗОМ	335 вагових доз

б) вага однієї вагової дози:

$$q = P / 335 = 3149 / 335 = 9,4 \text{ г;}$$

в) вага складових:

ЕД-16+ДБФ,	120·9,4=1128 г.
ПЕПА,	15·9,4=141 г
пісок,	200·9,4=1880 г.

5.2.2. Приготування силоксанового клею

До складу силоксанового клею, як вказувалося раніше, входять: скло натрієве рідке, пісок будівельний, натрій кремнефтористий технічний, калій їдкий технічний, доменний гранульований шлак з модулем основності вище одиниці, пудра алюмінієва [81,101].

Клей виготовляють шляхом перемішування сухої меленої суміші, кварцового природного піску і рідкого скла в розчиномішалці (типу СБ-49) чи вручну. До складу сухої меленої суміші входять: доменний гранульований шлак, кварцовий пісок, кремнефтористий натрій, алюмінієва пудра. Помел сухої суміші готують у кульових млинах періодичної дії до питомої поверхні 5000-7000 см²/м або до залишку на ситі 5200 отв/см² - 1%.

Питому поверхню суміші можна визначати на приладі ПСХ-2. Суха мелена суміш у період зберігання і при транспортуванні повинна знаходитися в закритій тарі, що охороняє її від зволоження і забруднення.

Рідке скло застосовують з модулем 1,8-2,0. Для цього в рідке скло товарного постачання з модулем 2,8-3,0 вводять їдкий калій у твердому вигляді в кількості 70г на 1 кг рідкого скла і ретельно перемішують до повного розчинення.

Клей готують у такий спосіб. У розчиномішалку заливають рідке скло, додають 50% сухої меленої суміші і перемішу-

ють протягом 2-х хв. Потім вводять іншу кількість сухої суміші і кварцовий пісок і перемішують протягом 7 хв. Загальний час приготування силосанового клею в розчиномішалці складає до 10 хв. Консистенцію клею контролюють за величиною розпливу клею на склі, що витікає з порожнього циліндра діаметром 5 і висотою 5 см. Діаметр розпливу повинен складати 10-12 см.

Технологічна життєздатність силосанового клею дорівнює 1,5-2 год.

Приклад розрахунку вагової дози силосанового клею

Умови: потрібно встановити 20 фундаментних болтів діаметром 20 мм із глибиною закладання $10d_s$.

$$P = 3,14 \cdot 20 / 4 (3^2 - 2^2) \cdot 20 \cdot 2,1 = 3297 \text{ г.}$$

Рідке скло, 30%	990 г
Природний кварцовий пісок, 25%	822 г
Суша суміш (45%) містить:	
шлак, 13%	460 г
пісок кварцовий, 19%	565 г
кремнефтористий натрій, 13%	460 г
алюмінієва пудра, 0,01%	15 г

Величина замісу клею і кількість встановлюваних болтів залежно від їхнього діаметра наведені в табл. 5.8.

Таблиця 5.8 – Залежність величини замісу силосанового клею від діаметра анкерних болтів

Діаметр болтів, мм	12	20	24	30	36	42	48	56	64	76	90	100
Величина замісу клею, кг	4,2	4,4	4,2	4,7	5	6,3	5,5	4,5	4,2	4	2,7	3,3
Кількість встановлених болтів, шт.	40	27	19	14	12	10	7	5	3	2	1	1

Примітка: Таблиця складена з розрахунку технологічної життєздатності клею - 90 хв. і глибини закладання болтів

$$l_{\text{анк}} = 10d_s.$$

5.2.3. Приготування акрилового клею

Для приготування акрилового клею застосовують пластмасу АСТ-Т, що випускається у вигляді комплекту, який містить рівні кількості порошку й рідини АСТ-Т і упаковується: порошок у поліетиленових пакетах по 4,5; 5,0; 9,0; 10,0 і 18,0 кг, а рідина в поліетиленових посудинах по 4,5; 5,0; 9,0; 10,0; 45,0; 50,0 кг, закритих пробками. Компоненти АСТ-Т (порошок і рідина) зберігаються в місцях, захищених від впливу прямих сонячних променів і атмосферних опадів при температурі не вище 25°C.

Для підвищення адгезійної міцності акрилового клею рекомендується використовувати добавки окису цинку і метакрилової кислоти. Застосування добавок дозволяє підвищити адгезійну міцність з'єднання до 30% і зменшити глибину закладання в бетон анкерних болтів.

Приготування акрилового клею рекомендується проводити в такій послідовності. Необхідну кількість порошку АСТ-Т, рідини АСТ-Т і кварцового піску відважують в окремі ємності.

Змішування компонентів можливе вручну, або в розчиномішалках.

Вручну рекомендується виготовляти заміси в 5-8 кг.

При ручному приготуванні суміші в ємність заливають рідину і додають порошок. Потім здійснюють періодичне перемішування металевою чи дерев'яною лопаткою до набрякання порошку в рідині, після чого вводять наповнювач - кварцовий пісок і добавки, ретельно перемішані з піском. Усю цю масу безупинно перемішують.

Момент набрякання порошку в рідині визначається одержанням одноколірної сметаноподібної рідини. Час перемішування акрилового клею після введення наповнювача складає 3-5 хв. до досягнення рівномірного розподілу зерен піску в обсязі клею.

При механічному приготуванні клею в розчиномішалці послідовність операцій аналогічна. Однак процес набрякання порошку в рідині повинен супроводжуватися короткочасним включенням розчиномішалки протягом 20-25 с. через 3-5 хв.

Орієнтований час набрякання порошку в рідині АСТ-Т становить при температурі навколишнього середовища від 15 до 25⁰С близько 15 хв.

Час затвердіння акрилового клею складає при температурі середовища:

від 0 до 10 ⁰ С	до 24 год,
від 11 до 15 ⁰ С	до 12 год,
від 16 до 20 ⁰ С	до 10 год,
від 21 и вище	до 6 год.

Приклади розрахунку вагової частки акрилового клею

Умови: Потрібно встановити 20 випусків арматури діаметром 20 мм з глибиною закладання $l_{анк} = 20d_s$.

Споживану кількість клею (в г) визначаємо за формулою

$$P = \frac{\pi H}{4} (d_c^2 - d_s^2) \cdot N \gamma,$$

де H - глибина свердловини, см; d - діаметр свердловини, см; d_s - діаметр арматури, см; N - кількість арматури, шт; γ - об'ємна вага клею (2 г/см³).

$$m = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot (3^2 - 2^2) \cdot 20 \cdot 2}{4} = 6280 \text{ г.}$$

Склад клею:	Порошок АСТ-Т	100 м.ч.,
	Рідина АСТ-Т	100 м.ч.,
	Пісок	<u>400 м.ч.</u>
	Вагових частин	600 м.ч.

Вага однієї вагової частини

$$q = \frac{m}{600} = \frac{6280}{600} = 10,5 \text{ г.}$$

Вага складових

Порошок АСТ-Т	100x10,5=1050 г,
Рідина АСТ-Т	100x10,5=1050 г,
Пісок	400x10,5=4200 г.

Склад клею:	Порошок АСТ-Т	100 м. ч.,
	Рідина АСТ-Т	100 м. ч.,
	Пісок	150 м. ч.,
	Zn	<u>6 м.ч.</u>
	Вагових частин	356 м. ч.
	Вага однієї вагової частини	

$$q = \frac{m}{356} = \frac{6280}{356} = 17,6 \text{ г.}$$

Вага складових:

Порошок АСТ-Т	100 x 17,6 = 1760 г,
Рідина АСТ-Т	100 x 17,6 = 1760 г,
Пісок	150 x 17,6 = 2640 г,
Zn	6 x 17,6 = 106 г.

5.2.4. Приготування жорсткої цементно-піщаної суміші

Для приготування жорсткої цементно-піщаної суміші слід застосовувати матеріали, подані в табл. 2.3.

Водяні розчини вуглекислого калію і сірчаноокислого алюмінію готують роздільно на воді, підігрітій до температури 40-50⁰С. Обидва водяних розчини можна з'єднувати разом тільки після повного розчинення відповідних компонентів. Готують водяні розчини не менше ніж за добу до вживання. Перед використанням їх ретельно перемішують.

Технологія приготування цементно-піщаної суміші без добавок розчинів вуглекислого калію і сірчаноокислого алюмінію полягає в наступному: з окремих емкостей дозовані цемент і пісок засипають у змішувач типу ЛБ-2 і перемішують протягом 2-3 хв. Після цього додають необхідну кількість води для затвору. Час перемішування до одержання однорідної вологої суміші складає 3-5 хв. Після цього суміш готова до вживання.

Технологія приготування суміші з двокомпонентною добавкою розчинів вуглекислого калію і сірчаноокислого алюмінію полягає в наступному. Зважені компоненти суміші засипають у змішувач типу ЛБ-2 і перемішують протягом 2-3 хв. Після цього в суміш додають водяний розчин вуглекислого калію і сірчаноокислого алюмінію і перемішування продовжують протягом 5 хв. Змішувач зупиняють і перемішану суміш витримують в ній протягом 6-40 хв. Потім виконують повторне перемішування суміші (так зване «омолодження») протягом 3 хв. Після цього суміш готова до вживання.

Приклад розрахунку вагової дози суміші

Умова: Потрібно встановити 20 фундаментних болтів діаметром 20 мм у свердловини діаметром 40 мм на глибину 200 мм.

Необхідну кількість суміші (в г) визначають за формулою

$$P = 2,5(d_c^2 - d_s^2)NH,$$

де d_c - діаметр свердловини, см; d_s - діаметр болта, см; N - кількість болтів, шт; H - глибина свердловини, см; 2,5 - коефіцієнт, що враховує площу поперечного перерізу болта, щільність суміші і її втрати в роботі:

$$P = 2,5 \cdot (4^2 - 2^2) \cdot 20 \cdot 20 = 12000 \text{ г.}$$

Визначення вагових доз складових суміші:

при позитивній температурі:

Портландцемент...100 вагових доз
Пісок.....100 вагових доз
Вода10 вагових доз
Разом.....210 вагових доз.

при негативній температурі:

Портландцемент...100 вагових доз
Пісок100 вагових доз
Вода10 вагових доз
Поташ10 вагових доз
Сірчаноокислий
алюміній1 вагова доза
Разом.....221 вагових доз.

Маса однієї вагової дози:

$$q = P/210 = 12000/210 = 57,2 \text{ г;}$$

$$q = P/221 = 12000/221 = 54 \text{ г.}$$

Маса складових:

Портландцемент $100 \cdot 57,2 = 5720 \text{ г}$
Пісок $100 \cdot 57,2 = 5720 \text{ г}$
Вода $10 \cdot 57,2 = 572 \text{ г}$
Разом12000 г.

Портландцемент $100 \cdot 54,4 = 5440 \text{ г}$
Пісок $100 \cdot 54,4 = 5440 \text{ г}$
Вода $10 \cdot 54,4 = 544 \text{ г}$
Поташ $10 \cdot 54,4 = 544 \text{ г}$
Сірчаноокислий
алюміній $1 \cdot 54,4 = 54,4 \text{ г}$
Разом12000 г.

5.3. Установка болтів

5.3.1. До бетонування фундаментів

Болти першої групи, вигнуті й з анкерними плитами, а також анкерна арматура знімних болтів, повинні встановлюватися у фундамент до бетонування на спеціальних кондукторах, що строго фіксують і забезпечують проектне положення болтів і анкерної арматури при бетонуванні.

У цих випадках рекомендується застосовувати знімні кондуктори і поєднувати болти в блоки, а також використовувати плазово-блочні методи установки болтів та інші заходи, спрямовані на зниження витрати металу і підвищення точності установки.

При розташуванні вигнутих болтів біля краю фундаменту відігнутий кінець болта необхідно орієнтувати вбік масиву, а при розташуванні в кутах – по їхній бісектрисі.

Нижні кінці болтів, розташовані в місцях порожнеч фундаментів (прорізів, тунелів та ін.), допускається виконувати вигнутими, при цьому кут вигину болтів до вертикалі повинен складати не більше 45° , а довжина прямої ділянки на початку закладання $l_{\text{анк}}$ приймається не менше $0,5l_{\text{анк}}$.

При установці складених болтів нижня шпилька разом з муфтою і анкерною плитою встановлюється до бетонування фундаменту, а верхня шпилька ввертається в муфту і прихоплюється зварюванням після установки устаткування, що монтується методом повороту чи переміщення.

5.3.2. В існуючі бетонні й залізобетонні конструкції

Після буріння свердловин виконують підготовку поверхонь бетону й анкерних болтів до установки.

5.3.2.1. Підготовка поверхні бетону свердловин і анкерних болтів

Підготовка поверхні свердловини до установки болтів полягає в інструментальній перевірці глибини й у візуальній перевірці відсутності в ній сторонніх включень, води, наледі. При

необхідності проводять додаткове очищення свердловини продувкою або механічним шляхом (йоршем, металевою щіткою).

Поверхня болтів не повинна мати слідів корозії і масляних включень. Підготовка поверхні болта складається з попередньої механічної та остаточної хімічної обробки. Попередню (механічну) обробку болта виконують з метою видалення консервуючих покриттів у вигляді жирового змащення, паперу і т.п. Очищення здійснюють щітками, шкребками, наждаковим папером і т.п.

Остаточну (хімічну) обробку болтів виконують в 20%-ному розчині соляної кислоти, в який додають 1% (за обсягом розчину) уротропіну (ДСТ 1381).

Травлення поверхні фундаментних болтів рекомендується робити в зоні їхньої установки протягом 2-4 год.

Безпосередньо перед установкою болти виймають з розчину соляної кислоти, а потім протирають дрантям, змоченим в ацетоні (ДСТ 2768).

5.3.2.2. Установка розклинних анкерних болтів

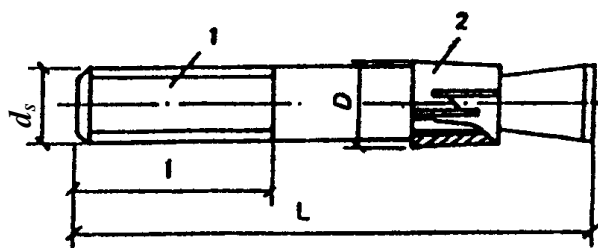
Конструкції і розміри розклинних анкерів наведені на рис. 5.4 і 5.5 і в таблицях 5.9... 5.11.

Розпірні болти з розтискною цангою закріплюють у свердловинах за допомогою знімних інвентарних трубок, що служать для розпору цанг (рис. 5.4). Після закріплення болта в свердловині трубку знімають. Витяжка болта при його закріпленні не повинна перевищувати $1,5d_s$.

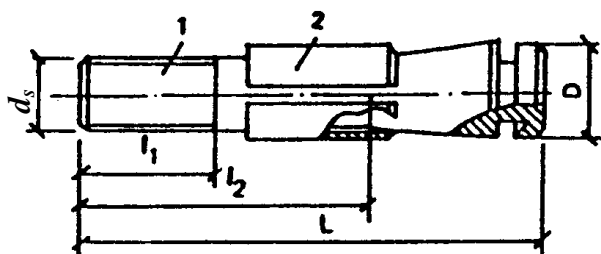
При наявності виробничого агресивного середовища (масляного, кислотного та ін.), а також при закріпленні устаткування з динамічними впливами, свердловини для конічних болтів з розтискною цангою треба залити цементним розчином після попереднього затягування болтів.

Установка інших типів розклинних болтів (рис.5.4) здійснюється за допомогою осаджування їх у пробурені свердловини і наступного забивання металевих розтискних пробок за допомогою спеціальних оправок.

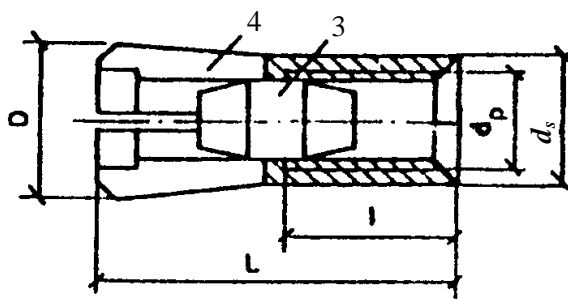
Технологічна схема установки розпірних дюбелів-втулок наведена на рис. 5.6.



а



б



в

Рис. 5.4 – Розклиний анкер: а – тип 1; б – тип 2; в – тип 3;
1 – розклинна шпилька; 2 – розтискна цанга;
3 – розтискна пробка; 4 – розклинна втулка

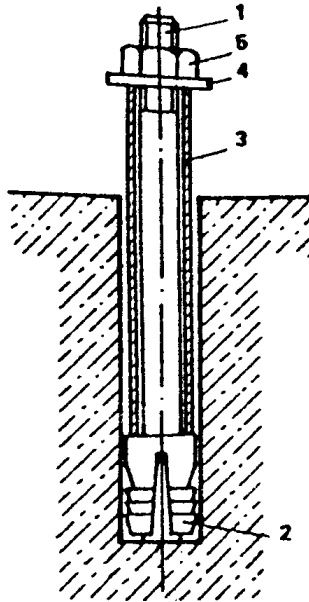


Рис. 5.5 – Установка розпирного болта з розтискною цангою за допомогою знімної інвентарної монтажної трубки:

1 – конічна шпилька; 2 – розтискна цанга;
3 – інвентарна монтажна трубка; 4 – шайба; 5 – гайка

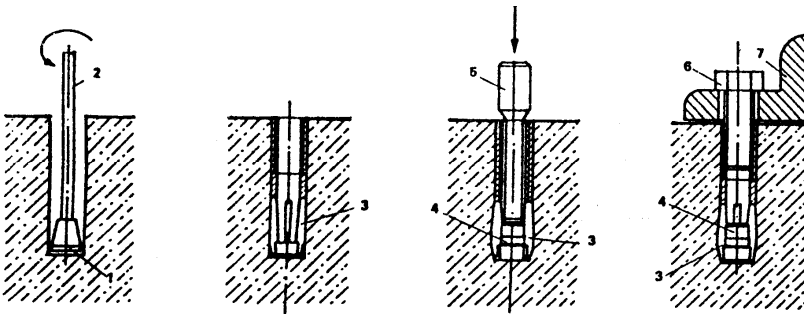


Рис. 5.6 – Технологічна схема установки розклинних анкерних болтів:

1 – коронка бурова; 2 – штанга бурова; 3 – розпирна втулка;
4 – розтискна пробка; 5 – оправка; 6 – кріпильний болт;
7 – устаткування

Таблиця 5.9 – Розклинний анкер (тип 1)

Умовне позначення	Розмір, мм				Маса, кг	Розрахункове навантаження, кН
	d_s	D	l	L		
ДШР 2-М8	М8	8,5	35	70	0,025	5 (2)
ДШР 2-М10	М10	10,5	45	80	0,049	8 (3,3)
ДШР 2-М12	М12	12,6	50	90	0,08	12 (5)
ДШР 2-М16	М16	16,6	65	120	0,188	22 (9)
ДШР 2-М20	М20	21	80	150	0,356	35 (15)
ДШР 2-М24	М24	25	95	175	0,61	59 (20)
<p><i>Призначення:</i> закріплення устаткування і металокопструкцій на будівельних елементах з бетону і цегли.</p> <p><i>Матеріал:</i> розклинна шпилька – сталь марки ВСт3, ДСТ 380; розтискна цанга – сталь марки 20, ДСТ 1050.</p> <p><i>Примітка:</i> Розрахункові навантаження наведені для елементів з бетону класу В12,5 і вище, у дужках – для елементів з цегли не нижче М75.</p>						

Таблиця 5.10 – Розклинний анкер (тип 2)

Умовне позначення	Розмір, мм					Маса, кг	Розрахункове навантаження, кН
	d_s	D	l_1	l_2	L		
ДШП 2-М8	М8	10	35	50	70	0,028	5
ДШП 2-М10	М10	12	45	65	85	0,052	8
ДШП 2-М12	М12	15	50	70	100	0,089	12
ДШП 2-М16	М16	20	65	90	130	0,204	22
ДШП 2-М20	М20	24	80	110	160	0,392	35
ДШП 2-М24	М24	30	95	130	190	0,672	50
<p><i>Призначення:</i> закріплення устаткування і металокопструкцій на будівельних елементах з бетону.</p> <p><i>Матеріал:</i> розклинна шпилька – сталь марки ВСт3, ДСТ 380; розтискна цанга – сталь марки 20, ДСТ 1050.</p>							

Таблиця 5.11 – Розклинний анкер (тип 2)

Умовне позначення	Розмір, мм					Маса, кг	Розрахункове навантаження, кН
	d_s	D	l_1	l_2	L		
ДВР – М6	М6	8	9,3	30	12	0,007	3
ДВР – М8	М8	10	11,5	35	16	0,014	5
ДВР – М10	М10	12	13,8	45	20	0,025	8
ДВР – М12	М12	15	16,8	55	24	0,048	12
ДВР – М16	М16	20	22	65	32	0,098	22
ДВР – М20	М20	25	27,3	80	40	0,195	35
<p><i>Призначення:</i> закріплення устаткування і металоконструкцій на будівельних елементах з бетону.</p> <p><i>Матеріал:</i> розпірна втулка – сталь марки 20 ДСТ 1050; розтискна пробка – сталь марки 45 ДСТ 1050.</p> <p><i>Покриття:</i> розпірна втулка – хімічне оксидування, розтискна пробка – без покриття.</p>							

5.3.2.3. Установка конічних анкерних болтів

Установка і закріплення конічних болтів (рис. 1.13,а) цементно-піщаною сумішшю здійснюється шляхом віброзанурення болтів у свердловини, заповнені розчином на 2/3 їхньої глибини.

Віброзанурення болтів, як правило, здійснюється тими ж інструментами, якими свердлять свердловини з застосуванням, у разі потреби, перехідних пристроїв (затисків), або за допомогою інших свердлильних інструментів, що створюють поступально-обертальний рух.

Для забезпечення проектного положення болтів до схоплювання розчину у верхній частині свердловини установлюють фіксатори з дротових кілець, клинів та ін.

Технологічна схема установки болтів способом віброзанурення наведена на рис. 5.7.

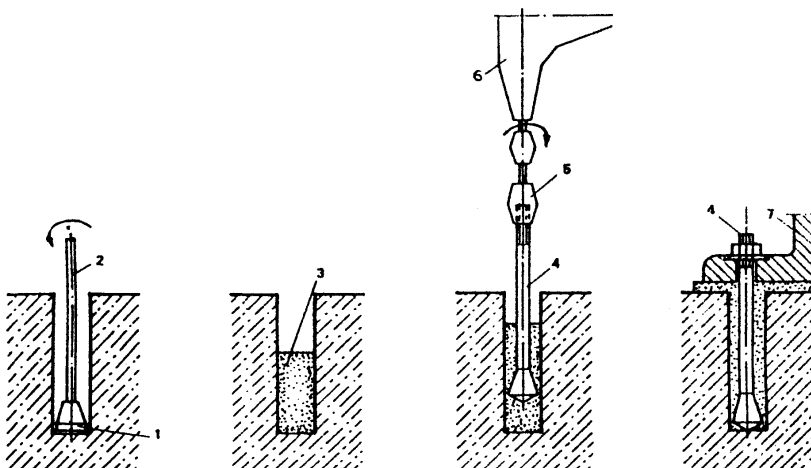


Рис. 5.7 – Технологічна схема установки болтів способом віброзанурення: 1 – коронка бурова; 2 – штанга бурова; 3 – цементно-піщана суміш; 4 – болт; 5 – перехідник; 6 – віброзанурювач; 7 – устаткування

5.3.2.4. Установка анкерних болтів на жорстких цементно-піщаних сумішах

Анкерні болти на жорстких цементно-піщаних сумішах установлюють при температурі навколишнього середовища не нижче -20°C за допомогою ущільнювального пристрою і жорстко приєднаного до нього вібратора спрямованої дії. Використовують вібратор загального призначення типу ИВ-21-А з напругою струму 36 В, який приєднують до маятникової опори від вібратора спрямованої дії типу ВЕРБ-74. Такий вібратор забезпечує необхідний питомий тиск торця ущільнювального пристрою на суміш (не нижче 8,5 МПа). Тип ущільнювача вибирають залежно від діаметра анкера [77,80].

Установка болтів на жорстких цементно-піщаних сумішах (метод віброзачеканки) здійснюється за технологічною схемою, представленою на рис. 5.8. Складається вона з наступних операцій:

- установка болта в отвір;

- попереднє засипання невеликої порції суміші в зазор між тілом болта і стінкою отвору;
- надягання на болт віброущільнювача з вібратором;
- включення вібратора;
- засипання суміші в дозатор ущільнювача;
- періодичне повертання віброущільнювача на 20^0 - 30^0 .

Досипання суміші в дозатор виконують у міру її витрати до виходу ущільнювача з отвору.

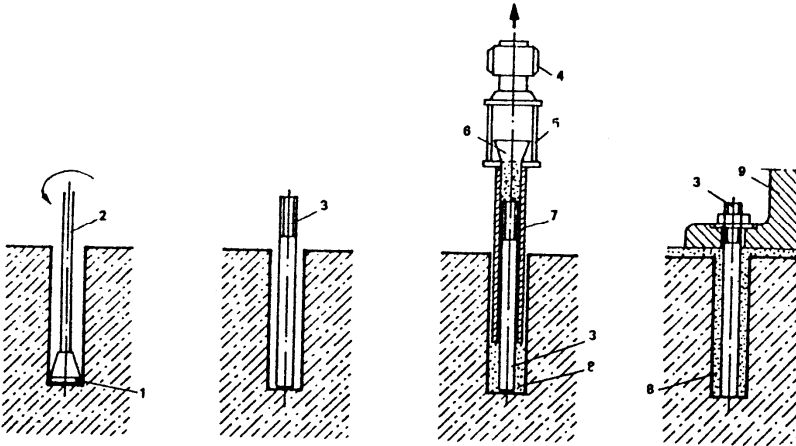


Рис. 5.8 – Технологічна схема установки болтів способом віброзачіпки: 1 – коронка бурова; 2 – штанга бурова; 3 – болт; 4 – вібратор; 5 – подовжувач; 6 – лійка; 7 – ущільнювач; 8 – цементно-піщана суміш; 9 – устаткування

Критерієм якісного ущільнення суміші служить мимовільний підйом віброущільнювача на поверхню. Передачу навантаження на встановлені болти, витримані при температурі навколишнього середовища $18 - 30^0\text{C}$, потрібно виконувати через 8 діб, а у випадку витримування при температурі в межах $5 - 20^0\text{C}$ - через 10 діб.

Допускається при строгому дотриманні правил електробезпеки використання вібратора спрямованої дії ВЕРБ-74 з напругою струму 220/380 В. При закріпленні болтів діаметром 48-100 мм може бути використаний вібратор типу ВЕРБ-38А (220/380 В).

Збуджуючу частину вібратора Q вибирають таким чином, щоб забезпечити питомий тиск торця ущільнювального пристрою на суміш q не нижче 8,5 МПа за формулою

$$q = \frac{Q}{A} \geq 8,5 \text{ МПа},$$

де Q – збуджуюча сила вібратора; A – сумарна площа виступів на торці ущільнювального пристрою.

Установку болтів способом віброзачеканки при температурі навколишнього середовища нижче -20°C робити не рекомендується.

Роботи з установки болтів виконують безпосередньо після приготування цементно-піщаної суміші і підготовки поверхонь свердловини і болта.

Схема ущільнювального пристрою зображена на рис. 5.9. У табл. 5.12 наведені розміри свердловин для болтів, закріплюваних способом віброзачеканки.

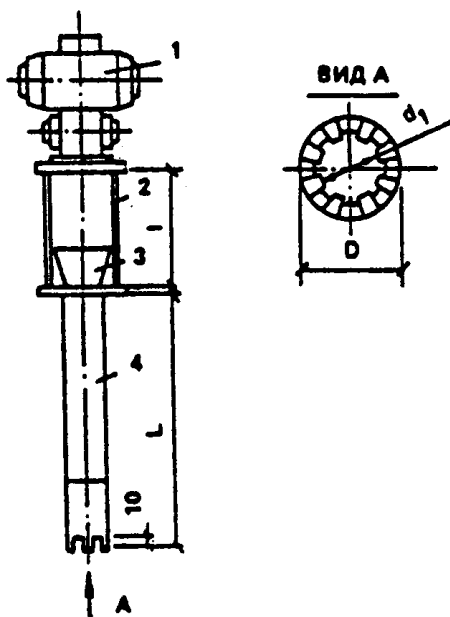


Рис. 5.9 – Ущільнювальний пристрій:
1 – вібратор; 2 – подовжувач; 3 – лійка; 4 – ущільнювач;
 L – виконується за максимальною висотою болта

Таблиця 5.12 – Розміри свердловин для болтів, що закріплюються способом віброзачеканки

D, мм	d ₁ , мм	L, мм		Для яких болтів застосовується
		обладнання	колони	
25	13	150	-	M10, M12
30	17	180	-	M16
40	21	220	-	M20
50	31	320	620	M24, M30
66	43	450	850	M36, M42
68	50	500	980	M48
76	58	580	1140	M56
85	66	660	1300	M64
102	73	740	1460	M72 x 6
108	84	820	1620	M80 x 6
115	104	1020	2020	M90 x 6, M100 x 6

5.3.2.5. Установка анкерних болтів за допомогою силоксанових клейв

Її виконують за 1 і 2 технологічними схемами (рис. 5.10) при температурі навколишнього середовища не нижче 5°C. Включає вона такі операції:

- установку нижнього кільця, що центрує, у свердловину;
- заливання в свердловину необхідної (розрахункової) кількості клею;
- повільне занурення в клей анкерного болта з фіксацією його в нижньому кільці;
- установку верхнього кільця, що центрує, (врівень з поверхнею бетону фундаменту). Центруючі кільця виготовляють з дроту-катанки з внутрішнім діаметром на 1-2 мм більше діаметра болта і зовнішнім діаметром на 1-2 мм менше діаметра свердловини. Передача навантаження на болти при їхній установці при температурі навколишнього середовища 15⁰C і вище передається через 8 діб, а при температурі 5⁰C і вище - через 7 діб.

Схема I
Установка болтів
після монтажу
технологічного
устаткування

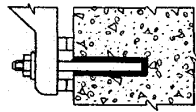
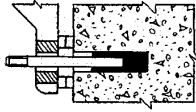
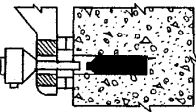
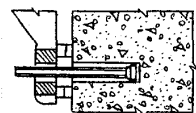
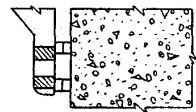


Схема II
Установка болтів
до монтажу
технологічного
устаткування

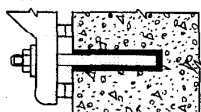
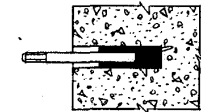
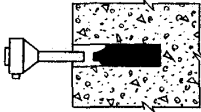
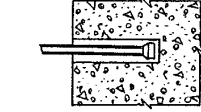
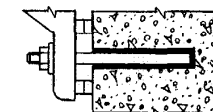
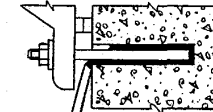
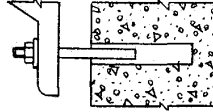
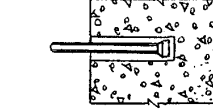


Схема III
Установка болтів
з монтажем
технологічного
устаткування



Опис технологічної схеми:

1. Монтаж технологічного обладнання
2. Буріння свердловини
3. Заливання клею
4. Установка болтів у свердловини
5. Затягування болтів

1. Буріння свердловини
2. Заливання клею у свердловини
3. Установка болтів у свердловини
4. Монтаж обладнання і затягування болтів

1. Буріння свердловини
2. Монтаж обладнання
3. Заливання клею у свердловини
4. Затягування болтів

Рис. 5.10 – Технологічні схеми установки анкерних болтів на клеях

5.3.2.6. Установка анкерних болтів за допомогою епоксидних клеїв

Установку анкерних болтів за допомогою епоксидних клеїв здійснюють за 1 і 2 технологічними схемами (рис. 5.10) при температурі навколишнього середовища не нижче -20°C безпосередньо після підготовки поверхні до склеювання болтів і свердловин. Складається вона з наступних операцій:

- установки нижнього кільця, що центрує, у свердловині;
- введення в свердловину на дві третини її висоти епоксидного клею (пневмошприцем чи з малогабаритного посуду);
- установки болта повільним зануренням до влучення його в нижнє кільце;
- установки верхнього кільця, що центрує (врівень з поверхнею бетону фундаменту).

Передача навантаження на болти допускається через 72 год. після їх установки.

При температурі навколишнього середовища від 15 до -20°C технологія установки анкерних болтів на епоксидному клеї включає такі додаткові операції:

- заливання в свердловину клею з температурою $35-40^{\circ}\text{C}$;
- розігрівання анкерних болтів залежно від температури навколишнього середовища від 15 до -20°C (табл. 5.13). Анкерні болти розігрівають у нагрівальних печах з розподілом температури, що рекомендується, по всьому перерізі болта.

Таблиця 5.13 – Технологічний режим установки анкерних болтів при температурі навколишнього середовища нижче 5°C

Температура навколишнього середовища	Технологічний режим установки болтів		
	Температура нагрівання клею, $^{\circ}\text{C}$	Температура попереднього нагрівання стержня анкера, $^{\circ}\text{C}$	Час витримування анкерного з'єднання до передачі навантаження, діб
5 - 0	35	100-150	1
0 - -5	40	150-200	1
-5 - -15	40	200-250	2
-15 - -20	40	300	3

Не допускається зниження температури стержня анкера перед його установкою в свердловину проти нижніх меж температур, що рекомендуються табл. 5.13. Печі повинні бути обладнані автоматичним регулятором температури, а їхня потужність повинна забезпечувати сталість заданої температури з урахуванням циклічного характеру завантаження-вивантаження печі.

5.3.2.7. Установка анкерних болтів за допомогою акрилових клеїв

Установка анкерних болтів за допомогою акрилових клеїв може виконуватися трьома технологічними схемами (рис. 5.10) при температурі середовища -20°C .

Установка болтів у свердловину за технологічними схемами 1 і 2 (рис. 5.10) складається з таких операцій:

- у свердловину опускають нижнє кільце, що центрує;
- з малогабаритного посуду пласторозчин заливають у свердловину самопливом на $1/3$ її висоти;
- установлюють болт, повільно занурюючи його в клей до фіксації на дні свердловини;
- установлюють верхнє кільце, що центрує, (врівень з поверхнею бетону фундаменту).

При установці фундаментних болтів за технологічною схемою 3 (рис. 5.10) виконують такі операції:

- через отвори в станині верстата встановлюють болт у свердловину;
- з малогабаритного посуду по спеціальному лотку заливають клей у свердловину між стінками і болтом.

Передачу навантаження на болти, встановлювані при температурі вище 15°C , допускається здійснювати через 24 години, а при температурі в межах від 0 до 15°C - через 36 годин. При температурі навколишнього середовища від 0 до -20°C виконують попереднє розігрівання анкерних болтів до температури 100°C .

5.4. Затягування болтів

При закріпленні устаткування гайки болтів повинні бути затягнуті на величину зусилля попереднього затягування, зазначену в технічних умовах на монтаж. При відсутності цієї величини крутного моменту при остаточному затягуванні болта вона не повинна перевищувати вказаної в табл. 5.14.

Таблиця 5.14 – Допустимий крутний момент при затягуванні анкерних болтів

Діаметр різьблення болтів d , мм	10	12	16	20	24	30	36	42	48
Допустимий максимальний крутний момент M при затягуванні болтів, Н·м	12	24	60	100	250	550	950	1500	2300

Для затягування фундаментних болтів слід застосовувати ручний чи механізований інструмент, а також спеціальні пристрої, зазначені в табл. 5.15 і 5.16. Вид інструментів повинен бути вказаний у проекті проведення робіт.

Розрахункові болти діаметром понад 64 мм, як правило, треба затягувати шляхом попередньої витяжки спеціальними гідравлічними ключами з контролем зусилля за манометром або подовженням.

Затягування болтів треба виконувати рівномірно. Для конструктивних болтів затягування здійснюють в два «обходи», для розрахункових – не менше ніж у три «обходи». Болти слід затягувати в шаховому порядку симетрично щодо осей устаткування.

Затягування болтів при безпідкладковому способі монтажу устаткування (попередня й остаточна) виконують в два етапи. Остаточне затягування слід робити після досягнення міцності матеріалу підливи не менш 70%.

При роботі устаткування зі значними динамічними навантаженнями гайки болтів у необхідних випадках треба захищати від самовідгвинчування шляхом стопоріння.

Таблиця 5.15 – Ручний інструмент для затягування болтів

№ п/п	Найменування і марка інструмента	Діапазон діаметрів болтів, що затягуються	Завод-виготовлювач
1	2	3	4
1	Ключі зовні накидні, двосторонні, односторонні, комбіновані: за ДСТ 2839 за ДСТ 2841 за ДСТ 3108 за ДСТ 2906 за ДСТ 16983	M16 – M56 M 16 – M56 M64 – M140 M64 – M140 M16 – M 42	Пермський завод монтажних виробів і засобів автоматизації
2	Ключі коликові монтажні (з відкритим зевом) марки КК	M10 – M24	- // -
3	Ключ-мультиплікатор марки: КМ-70 КМ-130 КМ-200 КМ-400 КМ-600 КМ-800	M27 – M36 M30 – M42 M30 – M42 M42 – M56 M48 – M64 M64 – M76 M64 – M100	- // -
4	Ключі зовні із самопід-тискними губками, марки СГД-916/4	M14 – M24	Новгородський завод електромонтажних інструментів
5	Ключ тріскачковий коликовий з набором змінних голівок, марки СГД-961/7	M14 – M30	- // -
6	Ключ тріскачковий із шарнірно-закріпленою рукояткою для болтів з подовженою різьбовою частиною марок КТ-42, КТ-80, КТ-100 і КТ-140	M42 – M140	Ногинський дослідний завод монтажних пристроїв
7	Ключі спеціальні монтажні для гайок анкерних болтів типу КТ-22р, КТ-30р, КТ-36р	M22 – M36	- // -

Таблиця 5.16 – Механізований інструмент для затігнення болтів

Технічна характеристика	Електрогайковерти						Пневмогайковерти			
	ІЗ3116	ІЗ3117	ІЗ113	ІЗ3114А	ІЗ3118	ІЗ3115А	ІЗ3112	ІЗ3111	ІП3112	ІП3113
Найбільший діаметр затягнутої різьби болта, мм	12	12	16	16	27	27	48	12	14	18
Найбільший момент затягування, Н·м	63	63	125	125	700	700	2100	63	100	250
Споживана потужність електро-двигуна, Вт	120	120	180	180	210	210	120	-	-	-
Напряг, В	220	36	220	36	36	220	230	-	-	-
Частота струменя, Гц	50	200	50	200	200	50	50	-	-	-
Робочий тиск повітря, кПа	-	-	-	-	-	-	-	500	500	500
Питома витрата повітря, м ³ /хв.	-	-	-	-	-	-	-	0,7	0,7	0,9
Маса (без кабелю), кг	3,3	3,1	3,8	3,5	5,2	5,2	12	1,9	2,2	3
Вироблювач	Коннаковський завод механізованого інструменту						Ростовський завод «Електроінструмент»	Виробничий завод «Електроінструмент»	Московський завод «Пневмомашіна»	

Стопоріння здійснюють за допомогою:

- контргайок;
- пружинних шайб (за ДСТ 6402);
- шайб стопірних з лапками (за ДСТ 13463).

Необхідність установки контргайок, пружинних шайб і шайб стопірних залежить від типу і характеру роботи устаткування і повинна бути зазначена в проекті устаткування.

Після завершення циклу пусконаладжувальних робіт і випробування устаткування гайки болтів треба підтягти до розрахункової величини зусилля затягування. Контроль зусилля затягування здійснюється за величиною крутного моменту чи переміщенням подовження болта, кутом повороту гайки чи за величиною тиску в гідросистемі спеціальних гідроключів.

Величина крутного моменту прикладеного до гайки конструктивного болта, визначається відповідно до типу і характеру устаткування, але не більше величини, наведеної в табл. 5.11.

Розрахункові болти затягуються на величину крутного моменту $M_{кр}$, Н·м, що визначається за формулою (3,18).

Зусилля затягування знімних болтів, встановлюваних у фундамент з ізолюючою трубою, може контролюватися за величиною подовження шпильки δ . Ця величина визначається за формулою

$$\delta = F \cdot (H_s + l_{анк}) / EA_s, \quad (5.2)$$

де $l_{анк}$ - глибина закладення болта, м; H_s – висота виступаючої над фундаментом частини болта до середини затягнутої гайки, м; $E = 2 \cdot 10^8$ – модуль пружності матеріалу болта, кПа.

Контроль остаточної величини зусилля затягування допускається здійснювати за кутом повороту гайки.

Для болтів, встановлюваних у фундаменти до бетонування (вигнуті й з анкерною плитою), кут повороту гайки слід визначати за формулою

$$\gamma_z^0 = \frac{360^0 F 14 d_s}{EA_s \cdot S}, \quad (5.3)$$

а для знімних болтів – за формулою

$$\gamma_z^0 = \frac{360^0 F \cdot (l_{анк} + 2d_s)}{EA_s \cdot S}, \quad (5.4)$$

де S – крок різьблення.

При визначенні подовження δ болта треба користуватися годинниковими індикаторами, прецизійними нівелірами та іншими приладами, що забезпечують виміри з точністю не менше $\pm 0,02$ мм щодо ненавантаженої поверхні фундаменту.

Кут повороту гайки слід визначати за допомогою мірних підкладок, шаблонів, транспортирів та інших пристроїв, що забезпечують точність вимірів не менше $\pm 5^\circ$.

Величину крутного моменту $M_{кр}$, можна контролювати за допомогою граничних і динамометричних ключів, вказаних у табл. 5.12 і 5.13.

При застосуванні рідкоударних гайковертів типу ИЭЗ112, ИЭЗ115А, ИСЗ118 крутний момент слід контролювати за часом роботи гайковерта.

5.5. Контроль якості проведення робіт

Несуча здатність анкерних болтів забезпечується: міцністю бетону фундаменту; міцністю анкерних болтів і матеріалів для їхнього кріплення; поопераційним контролем технологічних процесів установки болтів.

Для контролю якості клею з кожної партії компонентів, що надходять на будівництво, приготують і випробують зразки клеїв чи інших матеріалів на стиск (ДСТ 4651). Виготовлення зразків для випробування клеїв на стиск слід проводити в сталевих формах на скляному піддоні. Наповнення форм клеєм здійснюється самопливом без ущільнення. Витримують зразки при температурі не менше 20°C . Після витягання зразків з форми верхню грань їх шліфують.

Зразки клею на стиск випробують через трое діб з моменту виготовлення. Одночасно випробують не менше 5 зразків.

Для випробувань варто застосовувати гідравлічний прес малої потужності (до 50 кН), що дозволяє визначати міцність клею з похибкою до 1%.

Допустимим до проведення робіт вважається клей, що показав при випробуванні зразків на стиск міцність, що відповідає розділу 2.

Поопераційному контролю підлягають: діаметр, вертикальність і глибина свердловини; технологія готування клею; очищення свердловин і обробка поверхні болта; нагрівання бол-

тів в умовах установки при зниженій температурі середовища; рівномірність розподілу клею в свердловині навколо болта.

Для контролю якості проведення робіт на об'єкті встановлюють контрольну кількість болтів з розрахунку 3 болти діаметром 20 мм на 500 встановлених у конструкції (але не менше трьох при числі болтів від 50 до 500).

Болти випробують після закінчення часу, зазначеного в розділі 5.3, за допомогою гідравлічного домкрата, що передає осьове статичне навантаження на болт. Відстань від осі болта до упора домкрата може бути довільною.

Для випробувань можуть бути застосовані домкрати типу ДС-15-125 чи аналогічні їм за конструкцією.

Середня величина зчеплення на контакті клей-метал при глибині закладання болта $10d_s$ має бути не менше 6 МПа для всіх матеріалів, що використовуються при закладенні, крім модифікованих акрилових клеїв. В останньому випадку повинен зруйнуватися анкер при нормальних розтяжних зусиллях.

Відхилення осей забитих анкерних болтів, установлюваних на готових фундаментах, від проектного положення не повинне перевищувати ± 2 мм у плані і ± 10 мм за висотою. Відхилення від проектного положення осей колодязів для вигнутих болтів не повинне перевищувати ± 10 мм.

Максимальна величина допустимого зсуву верхнього кінця болта при вигині не повинна перевищувати $2d_s$. При цьому деформації вигину болта допустимі тільки поза його різьбовою частиною.

Питання для самоперевірки до розділу 5

1. Які основні операції складають технологію установки анкерних болтів у бетоні?
2. Які види механізованого ручного інструмента використовуються для буріння чи свердління свердловин у бетоні?
3. Що є робочим органом бурового інструмента і його види?
4. Для чого необхідні бурові штанги і їх конструкція?
5. Які відмінності готування сумішей і клеїв залежно від виду сполучного?

6. Як визначаються вагові дози клеїв і сумішей?
7. Чим відрізняється технологія установки анкерних болтів до бетонування фундаментів і в існуючі фундаменти?
8. У чому полягає підготовка поверхонь бетону свердловин і анкерних болтів при їхньому кріпленні клеями чи сумішами?
9. Які існують технологічні схеми установки розклинених болтів?
10. Як залежить спосіб установки болтів у свердловини від технологічних властивостей клеїв і сумішей?
11. Який застосовується інструмент для попереднього затягування болтів?
12. У чому полягає контроль якості провадження робіт при установці анкерних болтів?

ВИВІРКА УСТАТКУВАННЯ І КОНСТРУКЦІЙ

6.1. Способи обпирання устаткування на фундаменти

Залежно від конструкції стиків «фундамент – устаткування» установку устаткування на фундамент здійснюють в такий спосіб:

а) з вивіркою на тимчасових опорних елементах, підливою зазору «устаткування - фундамент» і з обпиранням при закріпленні на масив затверділого матеріалу підливи (безпідкладковий монтаж, рис. 6.1,а);

б) з вивіркою і закріпленням на постійних опорних елементах і наступною підливою бетонною сумішшю зазору «устаткування – фундамент» (рис. 6.1,б).

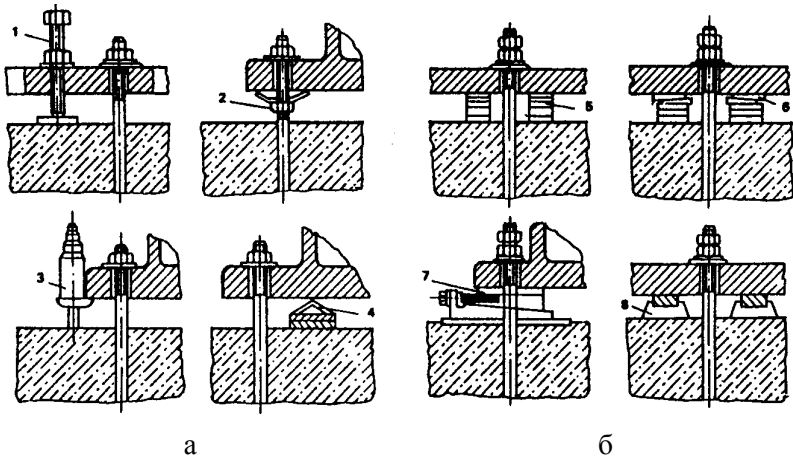


Рис. 6.1 – Опорні елементи для вивірки й установки устаткування:
 а - тимчасові; б - постійні; 1 - віджимні регулювальні гвинти;
 2 - установочні гайки з тарілчастими пружинами;
 3 - інвентарні домкрати; 4 - полегшені металеві підкладки;
 5 - пакети металевих підкладок; 6 - клини; 7 - опорні башмаки;
 8 - жорсткі опори

При першому способі обпирання устаткування передача монтажних і експлуатаційних навантажень на фундамент здійснюється через постійні опорні елементи, а підлива має допоміжне, захисне чи конструктивне призначення.

При необхідності регулювання положення устаткування в процесі експлуатації підливу можна не виконувати, що повинно передбачатися інструкцією при монтажі.

При установці устаткування з використанням як постійних опорних елементів пакетів плоских металевих підкладок, опорних башмаків і т.п. співвідношення сумарної площі контакту опор A з поверхнею фундаменту і сумарної площі поперечного перерізу болтів A_s має бути не менше 15. При обпиранні устаткування на бетонну підливу експлуатаційні навантаження від устаткування передаються на фундаменти безпосередньо через підливу.

Конструкція стиків вказується в монтажних кресленнях чи в інструкції на монтаж устаткування.

При відсутності спеціальних вказівок в інструкціях заводу-виготовлювача устаткування чи в проекті фундаменту конструкція стику і тип опорних елементів можуть призначатися монтажною організацією.

6.2. Вивірка устаткування

Вивірку устаткування (установку в проектне положення щодо заданих осей і оцінок) здійснюють поетапно з досягненням заданих показників точності в плані, а потім за висотою і горизонтальністю (вертикальністю). Відхилення встановленого устаткування від номінального положення не повинне перевищувати допусків, зазначених у заводській технічній документації й в інструкціях на монтаж окремих видів устаткування.

Вивірку устаткування за висотою роблять відносно робочих реперів або щодо раніше встановленого устаткування, з яким вивірюване устаткування зв'язане кінематично чи технологічно.

Вивірку устаткування у плані (із заздалегідь установленими болтами) виконують у два етапи: спочатку суміщують отвори в опорних частинах устаткування з болтами (попередня вивірка), потім вводять устаткування в проектне положення що-

до осей чи фундаментів по раніше вивіреному устаткуванню (остаточна вивірка).

Контроль положення устаткування при вивірці здійснюють як загальноприйнятими контрольно-вимірювальними інструментами, так і оптико-геодезичним способом, а також за допомогою спеціальних centruвальних та інших пристроїв, що забезпечують контроль перпендикулярності, паралельності й співвісності.

Вивірку устаткування проводять на тимчасових (вивірочних) або постійних (несучих) опорних елементах.

Як тимчасові (вивірочні) опорні елементи при вивірці устаткування до його підливи бетонною сумішшю використовують: віджимні регулювальні гвинти; установочні гайки з тарілчастими шайбами; інвентарні домкрати; полегшені металеві підкладки та ін. При вивірці як постійні (несучі) опорні елементи, що працюють і в період експлуатації устаткування, використовують: пакети плоских металевих підкладок; металеві клини; опорні башмаки; жорсткі опори (бетонні подушки).

Вибір тимчасових (вивірочних) опорних елементів і відповідно технології вивірки виконує монтажна організація залежно від ваги окремих монтажних блоків устаткування, установлюваних на фундамент, а також виходячи з економічних показників. Кількість опорних елементів, а також число і розташування болтів, які затягують при вивірці, вибирається з умов забезпечення надійного закріплення вивіреного устаткування на період його підливи.

Сумарну площу обпирання тимчасових (вивірочних) опорних елементів A , м^2 , на фундамент визначають з виразу

$$A \geq 6nA_s + G \cdot 15 \cdot 10^{-5}, \quad (6.1)$$

де n - число фундаментних болтів, що затягуються при вивірці устаткування; G - вага вивірюваного устаткування, кН.

Сумарну вантажопідйомність W , кН, тимчасових (вивірочних) опорних елементів визначається співвідношенням

$$W \geq 1,3G + nA_s \sigma_0, \quad (6.2)$$

де σ_0 - напруження попереднього затягування фундаментних болтів, кПа.

Тимчасові опорні елементи слід розташовувати виходячи із зручності вивірки устаткування з урахуванням виключення можливої деформації корпусу і деталей устаткування від власної ваги і зусиль попереднього затягування гайок болтів.

Постійні (несучі) опорні елементи слід розмішувати на можливо близькій відстані від болтів. При цьому опорні елементи можуть розташовуватися як з одного, так і з двох сторін болта.

Закріплення устаткування у вивіреному положенні повинне здійснюватися шляхом затягування гайок болтів відповідно до рекомендацій розділу 5 цієї роботи.

Опорна поверхня устаткування у вивіреному положенні повинна щільно прилягати до опорних елементів, віджимні регулювальні гвинти - до опорних пластин, а постійні опорні елементи – до поверхні фундаменту. Щільність прилягання металевих частин, що сполучаються, перевіряють щупом товщиною 0,1 мм.

Технологія вивірки устаткування за допомогою регулювальних гвинтів, інвентарних домкратів, установочних гайок, а також на твердих бетонних подушках і металевих підкладках наведена нижче.

6.2.1. Вивірка устаткування за допомогою вивірочних гвинтів

При вивірці устаткування опорні пластини встановлюють на фундамент відповідно до розташування гвинтів в опорній частині устаткування. Місця розташування опорних пластин на фундаментах вирівнюють по горизонталі з відхиленням не більше 10 мм на 1 м. Перед установкою устаткування на фундаменті розмішують допоміжні опори, на які опускають устаткування. При опусканні устаткування на фундамент без допоміжних опор регулювальні гвинти повинні виступати нижче установочної поверхні устаткування на однакову величину, але не більше ніж на 20 мм.

Положення устаткування по висоті і горизонтальності слід регулювати по черзі всіма віджимними гвинтами, не допускаючи в процесі вивірки відхилення устаткування від горизонталі більше ніж на 10 мм на 1 м. Після завершення вивірки уста-

ткування положення регулювальних гвинтів фіксують стопорними гайками.

Перед підливою різбову частину регулювальних гвинтів, використовуваних багаторазово, захищають від зіткнення з бетоном за допомогою обгортання щільним папером.

Перед остаточним затягуванням фундаментних болтів регулювальні гвинти вивертають на 2-3 обороти. При повторному використанні гвинти вивертають повністю. Отвори, що залишилися (щоб уникнути попадання масла), зашпаровують різбовими пробками чи цементним розчином, поверхню якого вкривають маслостійкою фарбою.

6.2.2. Вивірка устаткування за допомогою інвентарних домкратів

Для вивірки устаткування за допомогою інвентарних домкратів можуть бути використані гвинтові, клинові, гідравлічні та інші домкрати, що забезпечують необхідну точність вивірки, безпеку і зручність регулювання.

Домкрати, розміщені на підготовлених фундаментах, попередньо регулюють за висотою з точністю 2 мм. Потім на них опускають устаткування. При вивірці устаткування не допускаються відхилення домкрата від вертикалі.

Перед підливою інвентарні домкрати відгороджують опалубкою. Опалубку й інвентарні домкрати видаляють через 2-3 доби після підливи. Ніші, що залишилися, заповнюють сумішшю, що використовувалась для підливи.

6.2.3. Вивірка устаткування на установочних гайках

Для вивірки устаткування за допомогою установочних гайок (рис. 6.1) болти повинні мати подовжене до $6d_s$ різблення, що передбачається при виготовленні болтів за вимогою монтажної організації.

Вивірку устаткування виконують або на установочних гайках за допомогою пружних елементів, або безпосередньо на установочних гайках.

Як пружні опорні елементи рекомендуються металеві тарілчасті, гумові чи пластмасові шайби.

Послідовність вивірки устаткування за допомогою тарілчастих шайб наступна: опорні гайки з тарілчастими шайбами встановлюють так, щоб верх шайби був на 1-2 мм вище проектної оцінки установочної поверхні устаткування; устаткування встановлюють на шайби; роблять вивірку устаткування за допомогою кріпильних гайок.

Аналогічно здійснюють вивірку на установочних гайках з пружними елементами у вигляді гумових чи пластмасових шайб.

Вивірку устаткування на установочних гайках без пружних елементів виконують регулюванням положення гайок на болтах за висотою. По закінченні вивірки установочні гайки вигороджують опалубкою, яку видаляють після схоплювання бетонної суміші (через 2-3 доби після підливи). Перед остаточним затягуванням болтів установочні гайки опускають на 3-4 мм. Ніші, що залишилися, заповнюють сумішшю, використовувалась для підливи. Цей спосіб вивірки застосовується при діаметрі фундаментних болтів не більше 36 мм.

6.2.4. Вивірка устаткування на твердих бетонних подушках

Жорсткі опори виготовляють безпосередньо на фундаментах з точністю відповідною допустимим відхиленням положення устаткування за висотою і горизонталлю. На твердих опорах вивіряють устаткування з механічно обробленими опорними поверхнями. Після опускання на опори устаткування його вивіряють у плані й закріплюють.

Для виготовлення твердих опор застосовують бетон класу не нижче В15 із заповнювачем у вигляді щебеню чи гравію фракції 5-12 мм.

Питомий тиск від маси устаткування на опору не повинен бути більше 5 МПа.

Для виготовлення бетонних опор у спеціальну опалубку на попередньо очищену й зволожену поверхню фундаменту укладають порцію бетонної суміші до рівня, що на 1-2 см перевищує необхідну позначку. Потім поверхню опор вирівнюють, надлишки суміші видаляють.

Для підвищення точності бетонних опор на них уклада-

ють металеві пластини з механічно обробленою опорною поверхнею чи регульовальні клини. Відстань від пластини до краю бетонної опори має бути не менше ширини пластини. Для виготовлення бетонних опор з металевими пластинами бетонну суміш укладають в опалубку до рівня, що повинен бути нижче проектною оцінки на $1/2$ - $1/3$ товщини пластини. Потім на бетон, що не схопився, кладуть пластину і легкими ударами молотка занурюють її до проектною відмітки.

При застосуванні регульовальних клинів похибка їхньої установки за висотою не повинна перевищувати ± 2 мм. Горизонтальність пластин чи клинів перевіряють за допомогою рівня, встановленого на пластину послідовно в двох взаємно перпендикулярних напрямках.

Для устаткування, що не потребує високої точності установки, допускається застосування твердих опор без металевих пластин.

У процесі вивірки допускається точне регулювання висоти опорних елементів за допомогою додання тонких металевих підкладок.

Установку устаткування роблять після набору бетоном твердих опор міцності не менше $1 \cdot 10^4$ кПа.

6.2.5. Вивірка устаткування на пакетах металевих підкладок

Пакети металевих підкладок застосовують як постійні (несучі), так і тимчасові (вивірочні) опорні елементи. Пакети набирають зі сталевих чи чавунних підкладок товщиною 5 мм і більше. Досягнення проектного рівня установки устаткування здійснюють у процесі його попереднього закріплення за допомогою регульовальних підкладок товщиною 0,5-5 мм.

Підкладки в пакетах, що використовують як постійні опорні елементи, повинні бути плоскими, без заусенців, опуклостей і западин. До складу пакетів, крім плоских, можуть входити клинові та інші регульовані за висотою підкладки. Кількість підкладок у пакеті має бути мінімальною і не повинна перевищувати 5 шт., включаючи тонколистіві. Поверхня бетону фундаменту під пакетами підкладок повинна бути ретельно вивірена.

Після остаточного затягування болтів підкладки з'єднують між собою електрозварюванням.

Розміри підкладок (залежно від маси машин) наведені в табл. 6.1. Кількість несучих пакетів підкладок визначається з умови, викладеної в параграфі 6.1, а тимчасових, що використуються для вивірки устаткування, - в параграфі 6.2.

Таблиця 6.1 – Металеві підкладки для установки устаткування

Вага устаткування, кН	Розмір підкладок, мм	Матеріал
Більше 1000	250x120x80	чавун
	250x120x60	чавун
	250x120x40	сталь
	250x120x30	сталь
	200x100x30	сталь
	200x100x20	сталь
	200x100x10	сталь
	200x10x5	сталь
Від 300 до 1000	200x100x50	чавун або сталь
	200x100x30	сталь
	200x100x20	сталь
	150x100x10	сталь
	150x100x5	сталь
Від 100 до 300	150x00x30	чавун або сталь
	150x100x20	сталь
	120x80x10	сталь
	120x80x5	сталь
Менше 100	120x80x20	сталь
	120x80x10	сталь
	120x80x5	сталь

6.3. Підлива устаткування

Підлива устаткування повинна здійснюватися бетонною сумішшю, цементно-піщаними чи спеціальними розчинами після попередньої (для конструкцій стиків на тимчасових опорах) або після остаточного (для конструкцій стиків на постійних опорах) затягування гайок болтів.

Товщина шару підливи під устаткуванням має бути в межах 50 - 80 мм. При наявності на опорній поверхні устаткування ребер жорсткості зазор приймають від низу ребер (рис. 6.2).

Підлива в плані повинна виступати за опорну поверхню устаткування не менше ніж на 100 мм. При цьому її висота повинна бути більше висоти основного шару підливи під устаткуванням не менше як на 30 мм і не більше товщини опорного фланця устаткування. Поверхня підливи, що примикає до устаткування, повинна мати ухил убік від устаткування і бути захищена маслостійким покриттям.

Клас бетону чи розчину за міцністю при обпиранні устаткування безпосередньо на підливу приймають на один ступінь вище класу бетону фундаменту.

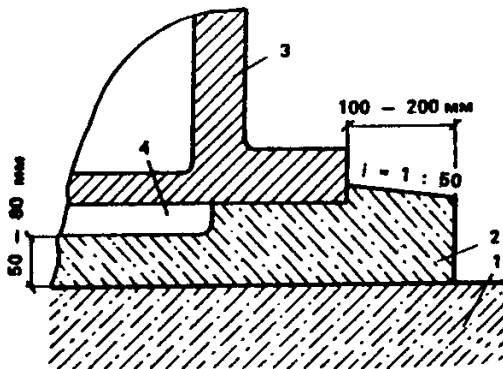


Рис. 6.2 – Схема підливи під устаткування:
1 - фундамент; 2 – підлива; 3 - опорна частина устаткування;
4 - ребро жорсткості опорної частини

Поверхню фундаментів перед підливою очищають від сторонніх предметів, масла і пилу. Безпосередньо перед підливою поверхню фундаменту зволожують, не допускаючи при цьому скупчення води в заглибленнях і приямках. Підливу під устаткуванням при температурі навколишнього повітря нижче 5⁰С слід робити сумішами, що підігріваються, (електропідігрівання, пропарювання і т.п.).

Бетонну суміш чи розчин подають через отвори в опорній частині або з однієї сторони устаткування, що підливається,

доти, поки з протилежної сторони суміш чи розчин не досягнуть рівня, що на 30 мм перевищує висоту рівня опорної поверхні устаткування.

Подачу суміші чи розчину слід робити безперервно. Рівень суміші з боку подачі повинен перевищувати рівень поверхні, що підливається, не менше ніж на 10 мм.

Для підливи устаткування можна використовувати пневмонагнітачі бетону типу З-862 чи бетононасоси типу СБ-68.

Подачу бетонної суміші рекомендується здійснювати вібруванням із застосуванням лотка-нагромаджувача. Вібратор при цьому не повинен торкатися опорних частин устаткування. При ширині простору, що підливається, більше 1200 мм установка лотка-нагромаджувача є обов'язковою (рис. 6.3). Довжина лотка повинна дорівнювати довжині простору, що підливається. Обпирання лотка на устаткування, що підливається, не допускається. Рівень бетонної суміші при підливі з лотком повинен знаходитися вище опорної поверхні устаткування приблизно на 300 мм і підтримуватися постійним. Для проведення робіт з підливи рекомендується використовувати вібратори з гнучким валом, наприклад ВЕРБ-34, ВЕРБ-47, ВЕРБ-56, ВЕРБ-60, ВЕРБ-65, ВЕРБ-67 та ін.

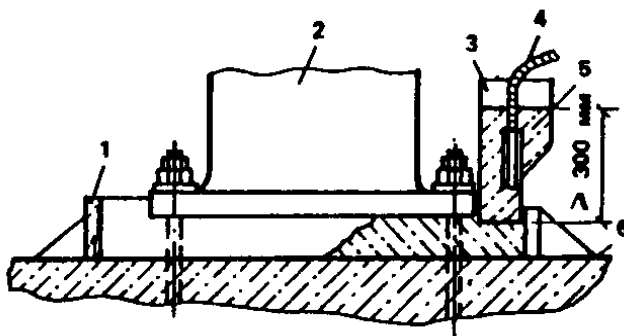


Рис. 6.3 – Підлива устаткування за допомогою лотка-нагромаджувача:
1 - опалубка; 2 - опорна частина устаткування; 3 - лоток-нагромаджувач; 4 - вібратор; 5 - підливочна суміш; 6 – фундамент

Поверхню підливи протягом трьох діб після завершення робіт необхідно систематично зволожувати, посипати тирсою або вкривати мішковиною.

При застосуванні бетонної підливи розмір великого заповнювача повинен бути не більше 20 мм.

Підбір складу бетону виконують відповідно до діючих нормативних документів. Осадка конуса бетонної суміші має бути не менше 6 см. Для поліпшення властивостей бетону підливи (зменшення усадки, збільшення рухливості) рекомендується вводити добавку СДБ у кількості 0,2 - 0,3% маси цементу. При введенні СДБ витрата цементу і води орієнтовно знижується на 8-40% при збереженні розрахункового значення водоцементного відношення. Як підлива може бути використаний бетон із дрібним заповнювачем у вигляді грубозернистого піску з модулем крупності 2,5 – 3,5 мм.

Для захисту підливи від корозії в агресивних середовищах слід застосовувати покриття відповідно до вимог СНиП 2.03.11.

6.4. Способи обпирання сталевих колон

Обпирання сталевих колон каркасів промислових будинків з розділовими вітками (гратчастого типу) здійснюють на заздалегідь вивірені сталеві опорні плити, які встановлюються під кожен галузь на бетонну підливу (рис. 6.4).

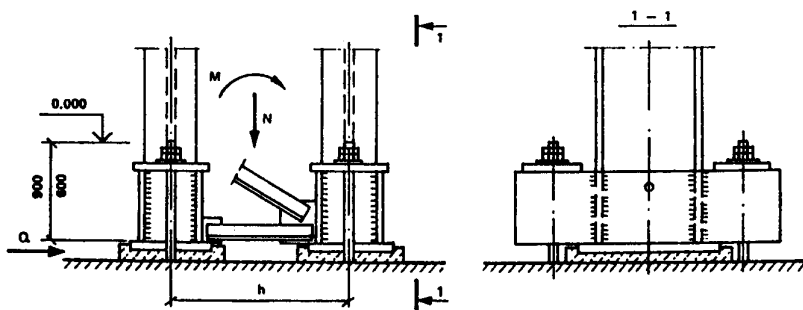


Рис. 6.4 – Сполучення сталевих колон гратчастого типу з фундаментами

Кількість і розташування болтів визначають залежно від розрахункових навантажень і конструкції фундаментів. Схеми розташування болтів наведені на рис. 6.5.

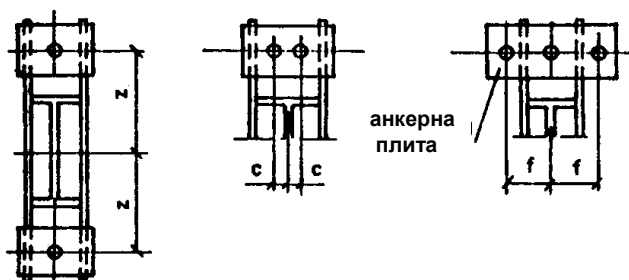


Рис. 6.5 – Схема розташування болтів для кріплення сталевих колон гратчастого типу

Обпирання сталевих колон суцільного типу каркасів промислових будинків на фундамент здійснюється через сталеву пластину, приварену до колони і встановлену на фундаментні болти з вивірочними гайками з наступним замонолічуванням опорного вузла (рис. 6.6).

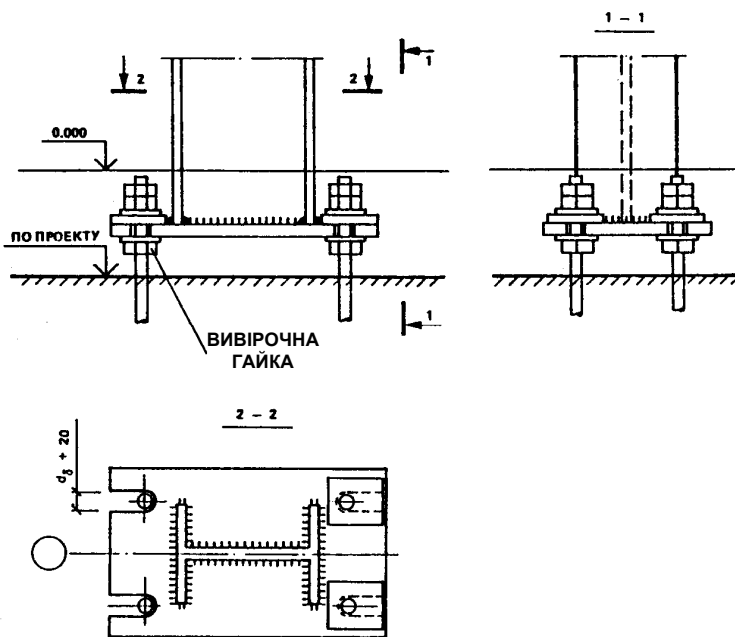


Рис. 6.6 – Схема установки сталевих колон суцільного типу каркасів промислових будинків

Питання для самоперевірки до розділу 6

1. Для чого необхідна вивірка устаткування при його монтажі?
2. Які існують опорні елементи для установки і вивірки устаткування?
3. Як визначається сумарна площа обпирання тимчасових опорних елементів і їхня вантажопідйомність?
4. Як здійснюється вивірка устаткування за допомогою опорних елементів з металу?
5. Як здійснюється вивірка устаткування на твердих бетонних подушках?
6. Навіщо необхідна підлива устаткування?
7. З якого матеріалу здійснюється підлива устаткування і коли вона виконується?
8. Які існують способи обпирання сталевих колон на фундаменти?

Р о з д і л 7 .

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ВИКОНАННІ РОБІТ З КРІПЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ І МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ ДО ФУНДАМЕНТІВ

7.1. Загальні положення з організації охорони праці в Україні.

7.1.1. Основні законодавчі та нормативно – правові документи з охорони праці

Основою законодавства України з охорони праці є Конституція України, що гарантує громадянам право на безпечні й здорові умови праці й система законів України, спрямованих на реалізацію цього конституційного права. Основними законодавчими актами цієї системи є наступні Закони України: «Про охорону праці», «Про охорону здоров'я», «Про пожежну безпеку», «Про обов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві й професійного захворювання, що призвели до втрати працездатності», «Про використання ядерної енергії і радіаційний захист», «Про забезпечення санітарного й епідемічного благополуччя населення», «Про цивільну оборону», Кодекс законів «Про працю України».

7.1.2. Основні законодавчі положення України про працю й охорону праці

У системі законодавчих та нормативно-технічних документів основну роль виконує Закон України «Про охорону праці». Цей закон визначає основні положення з реалізації конституційного права громадян на охорону їхнього життя й здоров'я у процесі трудової діяльності, регулює, за участю відповідних державних органів, відносини між власником підприємства і працівником з питань безпеки праці, виробничої санітарії, встановлює єдиний порядок організації охорони праці у виробничій сфері в Україні. Чинність Закону України «Про охорону праці» поширюється на всі підприємства, установи, організації незалежно від форм власності й видів діяльності, що використовують

найману працю, і на всіх працюючих. Закон визначає основні принципи державної політики в області охорони праці, серед яких чільне місце займають: пріоритет життя й здоров'я працівників стосовно результатів виробничої діяльності підприємства; соціальний захист працівників; повне відшкодування шкоди особам, які потерпіли на виробництві від нещасних випадків або професійних захворювань; повна відповідальність власника підприємства за створення безпечних і нешкідливих умов праці. В Законі передбачені також статті, що присвячені регулюванню охорони праці жінок, неповнолітніх, інвалідів, видам відповідальності за порушення законодавства і нормативних актів про охорону праці, та ін. [21].

Колективний договір (Договір) є найважливішим документом у системі нормативного регулювання взаємин між власником підприємства і працівниками з першочергових соціальних питань, у тому числі з питань охорони праці. В договорі питанням охорони праці присвячений спеціальний розділ, що називається «Охорона праці». Тим положенням, що викладаються в колективному договорі, повинні передувати колективні переговори між власником підприємства і працівниками, що починаються за три місяці до закінчення терміну дії попереднього договору. Зобов'язання, які включають в колективний договір за результатами переговорів, повинні бути реальними й всебічно обґрунтованими, тому що після схвалення й підписання документа вони стають обов'язковою нормою для виконання. Зобов'язання, викладені в колективному договорі не повинні суперечити законам й нормативним актам України. Гарантії, пільги і компенсації, наведені в Договорі згідно з чинним законодавством, вважаються обов'язковими для виконання при будь-яких обставинах [21].

Цей документ повинен обов'язково містити заходи, що направлені на захист прав і соціальних інтересів осіб, які постраждали на виробництві від нещасних випадків, а також їх утриманців і членів родин загиблих. Заходи повинні включати такі положення: з відшкодування нанесеного збитку здоров'ю потерпілим; з виплати одноразової допомоги, компенсації витрат на придбання медикаментів, на додаткове оплачуване лікування; про надання потерпілим, відповідно до медичного висновку, більш легкої роботи, при одночасному збереженні середнього заробітку; про організацію навчання, перекваліфікації по-

терпілих; працевлаштування інвалідів праці, наданню їм допомоги у вирішенні соціально-побутових питань і т. п.

Всі працівники, відповідно до законодавства, підлягають обов'язковому страхуванню від нещасних випадків на виробництві і професійних захворювань, що призвели до втрати працездатності. Тому, згідно з ст. 20 Закону в підрозділі Договору «Охорона праці» повинні бути обов'язково відображені наступні заходи: забезпечення працівникам соціальних гарантій в області охорони праці на рівні, не нижче передбаченого законодавством; комплексні заходи для досягнення нормативів виробничої санітарії й безпеки праці; заходи з підвищення існуючого рівня охорони праці, попередження випадків виробничого травматизму, професійних захворювань, аварій і пожеж. На підприємстві повинні бути також визначені обсяги й джерела фінансування вказаних заходів [21].

Положення угоди «Охорона праці» колективного договору повинні відповідати принципам економічного стимулювання і матеріальної відповідальності за стан охорони праці (ст. 25 Закону "Про охорону праці"). Зобов'язання колективного договору є двосторонніми, тому цей документ повинен містити не тільки вимоги до власника підприємства, але й зобов'язання працівників з безумовного: виконання норм та правил з охорони праці; дотримання встановлених вимог користування машинами, механізмами, інструментом і пристроями; використання засобів колективного й індивідуального захисту.

При необхідності, в колективному договорі визначаються також зобов'язання з організації безпечних і нешкідливих умов праці інвалідів, неповнолітніх, пенсіонерів, осіб, які тимчасово залучаються до виконання громадських робіт, наприклад, за договорами з центрами зайнятості населення.

В колективний договір і, в частковості, в його розділ «Охорона праці» забороняється включати умови, що погіршують становище працівників відносно положень чинного законодавства та існуючого колективного договору.

Окремим підрозділом розділу «Охорона праці» Договору, згідно з ст. 10 Закону «Про охорону праці» забороняється: залучення жінок до фізичних робіт і робіт з шкідливими або небезпечними умовами праці, що характеризуються перевищенням встановлених граничних норми, що стосуються застосування праці жінок на таких роботах; на підземних роботах, крім не-

фізичних робіт або робіт із санітарного й побутового обслуговування.

Перелік важких робіт і робіт зі шкідливими й небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці жінок, а також граничні норми підняття й переміщення вантажів жінками, затверджені Міністерством охорони здоров'я України, за узгодженням з Державним комітетом України з нагляду за охороною праці (наказ № 241 від 10 грудня 1993 р.).

Праця вагітних жінок і жінок, які мають неповнолітніх дітей, регулюються чинним законодавством.

В Закон включені Положення, що забороняють застосування праці неповнолітніх (осіб віком до вісімнадцяти років), на важких та підземних роботах і на роботах з шкідливими або небезпечними умовами праці (ст. 11 Закону). Забороняється також залучати неповнолітніх до нічних, понаднормових робіт і робіт у вихідні дні. Порядок трудового й професійного навчання неповнолітніх тим професіям, що пов'язані з такими роботами, визначається відповідним положенням, що затверджується Державним комітетом України з нагляду за охороною праці. Загальна тривалість робочого часу підлітків не повинна перевищувати 24 год. на тиждень для підлітків 14...15 років і 36 год. для підлітків 16...17 років при обов'язковому рівномірному розподілу робочого часу по днях робочого тижня.

Заборонено приймати неповнолітніх віком до 18 років на такі роботи, що пов'язані: з перенесенням або пересуванням вантажів масою більше 4,1 кг; з підйомом, утриманням або переміщенням важких предметів. Граничні норми переміщення й підйому важких предметів неповнолітніми затверджені нормативними документами України (наказ Головного державного санітарного лікаря України № 59 від 22.03.96 р.). Робота підлітків з вантажем не повинна складати більше 1/3 часу робочої зміни.

Підприємства, що використовують працю інвалідів, зобов'язані створювати для них умови праці з урахуванням рекомендацій медико-соціальної експертизи й індивідуальних програм реабілітації, вживати додаткові заходи з безпеки праці, що відповідають специфічним особливостям цієї категорії працівників. Власник зобов'язаний організувати навчання, перекваліфікацію й працевлаштування інвалідів відповідно до медичних рекомендацій, а при необхідності чи на прохання інвалідів – встановити неповний робочий день або неповний робочий тиждень.

день та пільгові умови праці (ст. 12 Закону). Залучення інвалідів до понаднормових робіт і робіт у нічний час без їхньої згоди забороняється.

Медичний огляд працівників регламентується згідно Положення про медичний огляд працівників визначених категорій за № 45 від 31.03.1994 р. Затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України. Порядок проведення обов'язкових профілактичних медичних оглядів та видачі особистих медичних книжок. Затверджено Постановою Кабінету Міністрів України від 23. 05.2001 р., № 559.

Згідно з Положенням законодавства України працівники, виходячи з умов праці, повинні проходити попередній – при прийомі на роботу та періодичні – протягом трудової діяльності, медичні огляди.

Існуючим Положенням про медичний огляд працівників установлений єдиний порядок організації й проведення попереднього та періодичних медичних оглядів працівників, зайнятих на важких роботах, роботах з шкідливими або небезпечними умовами праці або таких, де є необхідність у професійному відборі, а також щорічного обов'язкового медичного огляду осіб у віці до 21 року. В цьому Положенні наведені також обов'язки, права й відповідальність власника підприємства. Відповідно до цього, організацію медоглядів забезпечує власник підприємства незалежно від форм власності та виду діяльності, а проведення – органи й установи Міністерства охорони здоров'я України (лікувально-профілактичні, санітарно-епідеміологічні, науково-дослідні, медичні інститути).

Згідно Положення попередні медичні огляди проводяться при прийомі на роботу з метою встановлення фізичної й психофізіологічної придатності осіб до роботи з конкретно визначеної професії, виявлення захворювань, що представляють небезпеку зараження працівників, продукції, що випускається, допуску до роботи осіб у віці до 21 року.

Періодичні медичні огляди: проводять для осіб, зайнятих на важких роботах з шкідливими або небезпечними умовами праці, відповідно до Переліку шкідливих речовин, несприятливих виробничих факторів і робіт, для виконання яких обов'язкові медичні огляди працівників; можуть проводитися в період перебування працівника в стаціонарі або у випадках, коли він звернувся за медичною допомогою.

Результати попередніх і періодичного медичних оглядів працюючих та осіб у віці до 21 року заносять в «Карту особи, що підлягає медичному оглядові», яка є вкладишем до «Медичної карти амбулаторного хворого» (форма 025/V-87).

На час проходження медогляду, обстеження у профілактичних центрах, клініках науково-дослідних і медичних інститутів для уточнення діагнозу або визначення ролі виробничих факторів у розвитку захворювань за працюючими зберігаються місце роботи і середній заробіток.

Власник за рахунок засобів підприємства організовує проведення медичних оглядів, відшкодовує витрати на лікування, професійну та медичну реабілітацію осіб з професійними захворюваннями, обстеження конкретних умов праці для складання санітарно-гігієнічної характеристики робочого місця.

7.1.3. Нормативно-правові акти з охорони праці

Нормативно-правові акти з охорони праці – це правила, норми, регламенти, положення, стандарти, інструкції та інші документи, обов'язкові для виконання.

Стандарти, технічні умови та інші документи на засоби праці й технологічні процеси повинні включати вимоги з охорони праці й узгоджуватися з органами державного нагляду за охороною праці. Нормативно-технічну базу охорони праці складають міжгалузеві й галузеві державні нормативні акти з охорони праці (ДНАОП) і нормативні акти з охорони праці окремих підприємств.

Дія ДНАОП загальнодержавного користування поширюється на всі підприємства, організації незалежно від їхньої відомчої приналежності і форми власності. Галузеві ДНАОП відносяться до певної галузі промисловості. Власники підприємств або уповноважені ними органи розробляють на основі ДНАОП і затверджують власні положення, інструкції або інші нормативні акти з охорони праці, що діють у межах підприємства.

Нормативно-правові акти з охорони праці переглядаються в міру введення досягнень науки і техніки, що сприяють поліпшенню безпеки, гігієни праці і виробничого середовища, але не менше одного разу в десять років.

7.1.4. Види відповідальності за порушення

законодавства з охорони праці

Ст. 44 Закону України "Про охорону праці» визначає відповідальність працівників за порушення вимог з охорони праці: «...За порушення законодавчих та інших нормативних актів з охорони праці, створення перешкод для діяльності посадових осіб органів державного нагляду за охороною праці і представників професійних спілок винні працівники залучаються до дисциплінарної, адміністративної, матеріальної, кримінальної відповідальності відповідно до законодавства».

Дисциплінарна відповідальність працівників за порушення трудової дисципліни, за невиконання трудових обов'язків, у тому числі в області охорони праці, полягає в тому, що на винного працівника накладається дисциплінарне стягнення. Підставою для залучення до дисциплінарної відповідальності працівників є порушення законодавчих і нормативно-правових актів з охорони праці, правил внутрішнього розпорядку підприємства (ст. 139 КЗоТ України, ст. 18 Закону). Згідно із КЗоТ України (ст. 147) встановлені такі дисциплінарні стягнення: догана, звільнення з роботи.

Дисциплінарне стягнення накладається власником або уповноваженим ним органом безпосередньо за моментом виявлення порушення, але не пізніше місяця з дня його виявлення. Воно не може бути накладене пізніше 6 місяців з дня здійснення порушення (ст. 148 КЗоТ України). За кожне порушення трудових обов'язків може бути застосовано тільки одне дисциплінарне стягнення, що оголошується в наказі й повідомляється працівникові під розписку.

Адміністративна відповідальність накладається за погіршення загальних умов праці, крім випадків, коли, з одного боку, такі порушення не спричиняють кримінальної відповідальності, а з іншого – якщо відсутні підстави для звільнення від адміністративної відповідальності за правопорушення (ст. 21, 22 Кодексу України про адміністративні правопорушення) або відсутні обставини, що виключають адміністративну відповідальність (ст. 17 – 20 Кодексу України про адміністративну відповідальність). Адміністративній відповідальності підлягають особи, які досягли 16-літнього віку. Адміністративна відповідальність полягає в накладенні штрафу.

Загальними підставами накладення матеріальної відповідальності на працівника є наявність прямого дійсного збитку, провина працівника, його протиправні дії. Законодавство передбачає різні види матеріальної відповідальності. При наявності в діях працівника ознак карного злочину на нього може бути покладена повна матеріальна відповідальність (п. 3, ст. 134 КЗоТ), а при відсутності таких ознак – обмежена матеріальна відповідальність у межах середнього місячного заробітку.

Кримінальна відповідальність накладається за порушення вимог законодавства та інших нормативних актів з охорони праці, якщо це порушення створювало небезпеку для життя і здоров'я громадян і (або) працюючих (ст. 135, 218, 219 і 220 КК України). Ст. 219 КК України передбачає кримінальну відповідальність за порушення правил і норм з охорони праці у вигляді позбавлення волі на термін до 1 року, виправних робіт на той же термін або штрафу в розмірі до 20 мінімальних розмірів заробітної плати. Такі ж дії, якщо вони призвели до людських жертв або інших важких наслідків, спричиняють позбавлення волі на термін до 5 років або виправні роботи на термін до 2-х років.

7.1.5. Органи державного керування охороною праці

Державне керування охороною праці в Україні здійснюють: Кабінет Міністрів України; Державний комітет з нагляду за охороною праці Міністерства праці і соціальної політики України; Міністерства та інші центральні органи державної виконавчої влади; Місцева державна адміністрація, місцеві Ради народних депутатів.

Кабінет Міністрів України є вищим державним органом, що здійснює державне керування охороною праці в країні. Він забезпечує реалізацію державної політики в області охорони праці. При Кабінеті Міністрів створена Національна рада з питань безпеки життєдіяльності населення, що реалізує систему державного керування охороною праці.

Державний комітет з нагляду за охороною праці (Держнаглядохоронпраці) безпосередньо реалізує державну політику з охорони праці та здійснює комплексне керування охороною праці в країні. Рішення Держнаглядохоронпраці є обов'язковими

для виконання всіма міністерствами, іншими органами державної влади і підприємствами.

Міністерства й центральні органи державної влади проводять єдину науково-технічну політику в області охорони праці, розробляють і реалізують комплексні заходи з поліпшення умов і охорони праці, здійснюють методичне керівництво діяльністю підприємств з охорони праці; організують і контролюють навчання і перевірку знань з питань охорони праці, здійснюють внутрішньогалузевий контроль за станом охорони праці на підприємствах галузі. Для виконання цієї роботи в міністерствах та інших центральних органах державної виконавчої влади створені служби охорони праці.

Місцеві державні адміністрації й Рада народних депутатів проводять роботу з контролю за охороною праці в межах підлеглої території і забезпечують реалізацію державної політики з охорони праці; формують міжгалузеві регіональні програми розробки заходів з охорони праці; здійснюють контроль за дотриманням нормативних актів про охорону праці. У цих органах створені відповідні структурні підрозділи.

7.1.6. Основні функції й завдання системи керування охороною праці

Основними функціями в системі керування охороною праці є такі: організація й координація робіт, облік показників стану умов і безпеки праці, аналіз та оцінка стану умов і безпеки праці, планування й фінансування робіт, контроль за функціонуванням системи керування охороною праці, стимулювання працівників.

Основними завданнями керування системою охороною праці є: навчання працівників безпечним методам праці й пропаганда питань з охорони праці; забезпечення безпеки технологічних процесів, виробничого устаткування, будинків і споруд; нормалізація санітарно-гігієнічних умов праці; забезпечення працівників засобами індивідуального захисту; забезпечення оптимальних режимів праці й відпочинку працівників; організація лікувально-профілактичного обслуговування працівників; професійний відбір працівників за професіями; удосконалення нормативної бази питань з охорони праці.

Фінансування охорони праці в Україні (згідно Закону України «Про охорону праці», ст. 19) здійснюється роботодавцем.

Згідно ст. 37 Закону фундаментальні й прикладні наукові дослідження з проблем охорони праці, ідентифікації професійної безпеки організовуються в межах загальнодержавної чи інших програм з цих питань і проводяться науково-дослідними інститутами, проектно-конструкторськими організаціями, вищими навчальними закладами й відповідними фахівцями.

7.1.7. Організація служби охорони праці на підприємстві

Власник створює на підприємстві з чисельністю працюючих 50 і більше осіб службу охорони праці. На підприємстві з чисельністю менше 50 чоловік функції служби охорони праці можуть виконувати в порядку сумісництва особи, які мають відповідну підготовку. На підприємстві з чисельністю менше 20 чоловік для виконання функцій служби охорони праці можуть залучатися сторонні фахівці, які мають відповідну підготовку, на договірних засадах (ст. 15 Закону, «Типове положення про службу охорони праці», затверджене Держнаглядохоронпраці, наказ № 79 від 3.08.93).

Керівники й фахівці служби охорони праці за своєю посадою і заробітною платою прирівнюються до керівників і фахівців основних виробничо-технічних служб. Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо керівнику підприємства. Служба охорони праці комплектується фахівцями, які мають вищу освіту і стаж роботи за профілем виробництва не менше 3 років. Фахівці з середньою фаховою освітою приймаються в службу охорони праці у виняткових випадках. Обмеження за виробничим стажем не стосується осіб, які мають фахову освіту з охорони праці.

Перевірку знань з охорони праці працівників служби охорони праці здійснюють у встановленому порядку до початку виконання ними своїх функціональних обов'язків і періодично, один раз у три роки.

З урахуванням специфіки виробництва на підприємстві розробляються і затверджуються його власником Положення про службу охорони праці. Розпорядження фахівця з охорони

праці, у тому числі про зупинку робіт, може скасувати в письмовій формі тільки посадова особа, якій підлегла служба охорони праці. Працівники служби охорони праці не можуть залучатися до виконання функцій, не передбачених Законом «Про охорону праці» і Типовим положенням.

Ліквідація служби охорони праці допускається тільки у разі ліквідації підприємства.

Служба охорони праці вирішує такі завдання: забезпечення безпеки виробничих процесів, устаткування, будинків і споруд; забезпечення працюючих засобами індивідуального й колективного захисту; професійної підготовки й підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці, пропаганди безпечних методів роботи; вибору оптимальних режимів праці й відпочинку працюючих; професійного відбору виконавців для певних видів робіт.

Служба охорони праці виконує такі основні функції:

Розробляє ефективну цілісну систему керування охороною праці, сприяє вдосконалюванню діяльності в цьому напрямку кожного структурного підрозділу й кожної посадової особи; проводить оперативно-методичне керівництво всією роботою з охорони праці; складає разом з структурними підрозділами комплексні заходи для досягнення встановлених нормативів безпеки, гігієни праці й виробничого середовища, підвищення існуючого рівня охорони праці, якщо встановлені нормативи досягнуті, а також вимог розділу «Охорона праці» колективного договору. проводить з працівниками вступний інструктаж з питань охорони праці;

Організує: забезпечення працюючих правилами, стандартами, нормами, положеннями, інструкціями й іншими нормативними документами з охорони праці; паспортизацію цехів, ділянок, робочих місць на відповідність вимогам з охорони праці; облік, аналіз нещасних випадків, професійних захворювань і аварій, а також збитку від цих подій; підготовку статистичних звітів підприємства з питань охорони праці; розробку перспективних і поточних планів роботи підприємства щодо створення безпечних і нешкідливих умов праці; роботу методичного кабінету охорони праці; пропаганду безпечних і нешкідливих умов праці шляхом проведення консультацій, оглядів, конкурсів, бесід, лекцій; поширення засобів наочної агітації – оформлення інформаційних стендів та ін.; допомогу комісії з питань охорони

праці підприємства в розробці необхідних матеріалів і реалізації її рекомендацій; підвищення кваліфікації й перевірку знань посадових осіб з питань охорони праці.

Бере участь у: розслідуванні нещасних випадків і аварій; формуванні фонду охорони праці підприємства й розподілі його коштів; роботі комісії з питань охорони праці підприємства; роботі комісії з введення в експлуатацію закінченого будівництва, технічного переоснащення об'єктів виробничого й соціального призначення, відремонтованого або модернізованого устаткування; розробці положень, інструкцій та інших нормативних актів з охорони праці, що діють у межах підприємства; роботі постійно діючої комісії з питань атестації робочих місць за умовами праці (дод.1) [85,87].

Сприяє впровадженню у виробництво досягнень науки й техніки, в тому числі ергономіки, прогресивних технологій, сучасних засобів колективного й індивідуального захисту працюючих, захисту населення й навколишнього середовища.

Розглядає листи, заяви й скарги трудящих з питань охорони праці; факти наявності виробничих ситуацій, небезпечних для життя або здоров'я працюючих чи для навколишнього природного середовища і людей, у випадку відмови працівників від виконання дорученої їм роботи з цих причин.

Надає методичну допомогу керівникам структурних підрозділів підприємства в розробці заходів з питань охорони праці.

Готує проекти наказів і розпоряджень з питань охорони праці, загальних для всього підприємства.

Контролює: дотримання чинного законодавства, міжгалузевих, галузевих та інших нормативних актів, виконання працюючими посадових інструкцій з питань охорони праці; виконання розпоряджень органів державного нагляду, пропозицій і подання уповноважених трудових колективів і профспілок з питань охорони праці, використання за призначенням коштів фонду охорони праці; відповідність нормативним актам з охорони праці машин, механізмів, устаткування, транспортних засобів, технологічних процесів; засобів протиаварійного, колективного й індивідуального захисту працюючих; наявність технологічної документації на робочих місцях; своєчасне проведення навчання та інструктажу працюючих, атестації й переатестації з питань охорони праці посадових осіб і осіб, які виконують роботи під-

вищеної небезпеки, а також дотримання вимог безпеки при виконанні цих робіт; забезпечення працюючих засобами індивідуального захисту, лікувально-профілактичним харчуванням, молоком або рівноцінними харчовими продуктами, мийними засобами, санітарно-побутовими приміщеннями; організацію питного режиму, надання працівникам передбачених законодавством пільг і компенсацій, пов'язаних з важкими чи шкідливими умовами праці; використання праці неповнолітніх, жінок й інвалідів відповідно до діючого законодавства; проходження попереднього і періодичних медичних оглядів працівників, зайнятих на важких роботах і роботах зі шкідливими або небезпечними умовами праці, або таких, де є необхідність у професійному відборі; проходження щорічних обов'язкових медичних оглядів осіб віком до 21 року; виконання заходів, наказів, розпоряджень з питань охорони праці, а також заходів, спрямованих на усунення причин нещасних випадків і аварій, зазначених в актах розслідування.

На підприємствах, в організаціях, у господарствах з кількістю працюючих 50 і більше незалежно від форм власності й виду господарської діяльності може створюватися комісія з питань охорони праці (ст. 26 Закону). Комісія є постійно діючим консультативно-дорадчим органом трудового колективу і власника. Вона створюється з метою залучення представників власника і трудового колективу до співробітництва в області керування охороною праці на підприємстві. («Типове положення про комісії з питань охорони праці підприємства» затверджено наказом № 72 від 3.08.93).

7.1.8. Розробка інструкцій з охорони праці на підприємствах

Порядок розробки і зміст інструкцій з охорони праці підприємств висвітлено в «Положенні про розробку і зміст інструкцій з охорони праці підприємств» (наказ Держнаглядохоронпраці № 9 від 29 січня 1998 р.). Вимоги цього Положення є обов'язковими для всіх міністерств, інших органів виконавчої влади, підприємств, установ і організацій незалежно від форм власності і видів діяльності.

Інструкції з охорони праці поділяються на типові (для робочих основних професій галузі) і місцеві, діючі в масштабах підприємства, організації або установи.

Типові інструкції є основою для місцевих інструкцій, що розробляються адміністрацією підприємства або безпосереднім керівником робіт разом з профспілковим комітетом, узгоджуються з відділом охорони праці і затверджуються власником підприємства. Типові інструкції звичайно переглядають один раз у п'ять років, а місцеві – один раз у три роки, а також у разі потреби, наприклад, після аварії, нещасного випадку, при зміні правил, норм, обладнання і т. п.

Місцеві інструкції можуть бути загальними по підприємству (наприклад, на спеціальні види робіт – вогневі, газонебезпечні, земляні, із застосування захисних засобів і т. п.), загальноцеховими й інструкціями з робочих місць.

Особливим видом загальноцехової інструкції є аварійна інструкція або план ліквідації аварії. В ній описуються можливі випадки і місця виникнення аварій, заходи для їх ліквідації в початковій стадії, дії кожного інженерно-технічного працівника і робітника, шляхи евакуації людей.

Інструкціям, розроблювальним і затверджуваним на підприємствах, привласнюють порядкові номери службами охорони праці цих підприємств. У назві інструкції коротко вказується для якої професії або виду робіт вона призначена. Включенню в інструкції підлягають загальні положення з охорони праці, а також організаційні й технічні вимоги безпеки. Вимоги інструкцій викладаються відповідно до послідовності технологічного процесу та з урахуванням умов, в яких виконується даний вид робіт.

Інструкції повинні містити такі розділи: загальні положення; вимоги безпеки перед початком роботи; вимоги безпеки під час виконання роботи; вимоги безпеки по закінченні роботи; вимоги безпеки в аварійних ситуаціях. При необхідності в інструкції дозволяється включати й інші розділи.

Розділ інструкції «Загальні положення» повинен містити: дані про застосування інструкції; загальні дані про об'єкт розробки; умови і порядок допуску працівників до самостійної роботи з професії або до виконання відповідного виду робіт; вимоги правил внутрішнього трудового розпорядку, що відносяться до питань охорони праці для даного виду робіт або про-

фесії, а також дані про специфічні особливості організації праці й технологічних процесів і про коло трудових обов'язків працівників даної професії; характеристику основних небезпечних і шкідливих виробничих факторів для даної професії чи виду робіт, особливості їхнього впливу на працівника; перелік видів спецодягу, спецвзуття та інших засобів індивідуального захисту, що підлягають видачі працівникам даної професії або виду робіт відповідно до діючих норм, з посиланням на стандарти або технічні умови на них; вимоги санітарних норм і правил особистої гігієни, що повинні дотримуватись працівники при виконанні робіт.

Розділ «Вимоги безпеки перед початком роботи» повинен містити: порядок прийому зміни у разі безперервної роботи виробничого устаткування або технічного процесу; порядок підготовки робочого місця, засобів індивідуального захисту; порядок перевірки справності устаткування, інструмента, захисних засобів; порядок перевірки наявності й стану вихідних матеріалів; порядок повідомлення роботодавця про виявлені несправності устаткування, інструмента, засобів захисту і т. п.

Розділ «Вимоги безпеки під час роботи» повинен містити: дані про безпечну організацію праці, прийоми й методи безпечного виконання робіт, правила використання технологічного устаткування, пристроїв і інструментів, а також застереження про можливі небезпечні, неправильні методи й прийоми праці, які заборонено застосовувати; правила безпечного поводження з вихідними матеріалами, готовою продукцією, допоміжними матеріалами й відходами виробництва, що становлять небезпеку для працівників; правила безпечної експлуатації внутрішньоцехових транспортних і вантажопідйомних засобів, механізмів, тари; вимоги безпеки при вантажно-розвантажувальних роботах і транспортуванні вантажів; вказівки про порядок додержання робочого місця в безпечному стані; можливі види небезпечних відхилень від нормального режиму роботи устаткування і технологічного регламенту, способи їхнього усунення; вимоги щодо використання засобів індивідуального й колективного захисту від шкідливих і небезпечних виробничих факторів; умови, при яких робота повинна бути припинена; вимоги для забезпечення пожежо- і вибухобезпечності; порядок повідомлення роботодавця про нещасні випадки або раптові захворювання; факти порушення технологічного процесу, виявлені несправності

устаткування, засобів захисту та про інші небезпечні й шкідливі виробничі фактори, що загрожують життю і здоров'ю працівників.

Розділ «Вимоги безпеки по закінченні роботи» повинен містити: порядок безпечного відключення, зупинки, розбирання, очищення і змачення устаткування, пристроїв, а при безперервному процесі – порядок передачі їх черговій зміні; порядок здачі робочого місця; порядок збирання відходів виробництва; вимоги санітарних норм і правил особистої гігієни, яких повинен дотримуватись працівник після закінчення роботи; порядок повідомлення роботодавця про всі недоліки, виявлені в процесі роботи.

Розділ «Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях» повинен містити: дані про ознаки можливих аварійних ситуацій, характерних причинах аварій; дані про засоби й дії, спрямовані на запобігання можливих аварій; порядок дій, особисті обов'язки власника і працюючого, правила проведення робіт при виникненні аварії відповідно до плану її ліквідації, у тому числі у разі її виникнення під час здачі–прийому зміни при безперервній роботі; порядок повідомлення роботодавця про аварії та ситуації, що можуть до них призвести; дані про порядок застосування засобів протиаварійного захисту і сигналізації; порядок дій з надання долікарської допомоги потерпілим під час аварії.

Розробка, узгодження й затвердження інструкцій, що діють на підприємстві, їх перегляд, тимчасове припинення дії чи скасування здійснюються відповідно до ДНАОП 0.00-8.03-93 «Порядок розробки й затвердження власником нормативних актів, що діють на підприємстві» і з урахуванням вимог цього Положення. Загальне керівництво розробкою або переглядом інструкцій на підприємстві покладається на роботодавця. Розробка чи перегляд інструкцій, що діють на підприємстві, здійснюються безпосередніми керівниками робіт, які відповідають за своєчасне виконання цієї роботи.

Контроль за своєчасною розробкою нових і відповідністю діючих на підприємстві інструкцій покладається роботодавцем на службу охорони праці.

Інструкція, що діє на підприємстві, вводиться в дію з дня її затвердження, якщо інше не передбачено наказом роботодавця. Перегляд інструкцій, що діють на підприємстві, проводиться в терміни, передбачені державними нормативними актами з

охорони праці, на підставі яких вони розроблені, але не рідше одного разу в 5 років, а для професій або видів робіт з підвищеною небезпекою – не рідше одного разу в 3 роки.

7.1.9. Нормативні акти про навчання з охорони праці

Одним з основних принципів державної політики в області охорони праці є навчання і систематичне підвищення рівня знань працівників і населення України з питань охорони праці. Порядок і види навчання, інструктажів, перевірки знань з питань охорони праці всіх працівників установлений ДНАОП 0.00-4.12-99 «Типове положення про навчання з питань охорони праці».

7.1.10. Навчання і перевірка знань з охорони праці

Навчання і перевірка знань з охорони праці працівників виконуються під час підготовки, перепідготовки, оволодінні новою професією, при підвищенні кваліфікації.

Підготовка працівників для робіт з підвищеною небезпекою і працівників, зайнятих на роботах, що вимагають професійного відбору проводиться тільки в навчальних закладах.

На виробництві ці працівники проходять спеціальне навчання і перевірку знань з охорони праці залежно від специфіки виробництва з урахуванням вимог норм і правил безпеки праці для конкретних робіт з підвищеною небезпекою, але не рідше одного разу на рік. Такому навчанню і перевірці знань підлягають усі працюючі, включаючи інженерно-технічних працівників, зайнятих на вищезгаданих роботах.

Посадові особи до початку виконання своїх обов'язків і періодично, один раз у три роки, проходять навчання і перевірку знань з питань охорони праці у створених згідно з Типовим положенням комісіях, до складу яких входять представники відповідних державних інспекцій з нагляду за охороною праці.

Перші заступники або заступники керівників центральних і місцевих органів державної виконавчої влади, об'єднань підприємств, що створені за галузевим принципом, фахівці служби охорони праці, члени комісій з перевірки знань з охорони праці цих органів, а також викладачі охорони праці вищих навчальних закладів проходять навчання і перевірку знань з охорони праці в Науково-інформаційному і навчальному центрі

Держнаглядохоронпраці. Інші посадові особи проходять навчання в навчальних закладах, що одержали від Держнаглядохоронпраці дозвіл на проведення цієї роботи.

Допуск до роботи осіб, які не пройшли навчання, інструктаж і перевірку знань з охорони праці, забороняється.

7.1.11. Види інструктажів з охорони праці

Інструктажі з питань охорони праці за характером і часом проведення підрозділяються на вступний, первинний, повторний, позаплановий і цільовий.

Вступний інструктаж проводиться з усіма особами, що влаштовуються на роботу, працівником служби охорони праці підприємства або організації відповідно до програми, передбаченої Типовим положенням. Він реєструється в журналі інструктажу й у документі про прийняття працівника на роботу.

Первинний інструктаж проводиться з працюючими, які поступили на роботу, безпосередньо на робочому місці відповідальним за охорону праці – начальником цеху, майстром. Зміст цього виду інструктажу полягає у викладанні правил безпечного провадження робіт.

Повторний інструктаж за змістом і організацією аналогічний первинному. Періодичність його проведення залежить від ступеня небезпеки виконуваних робіт.

Позаплановий інструктаж проводиться при нещасному випадку, зміні технологічного процесу, установці нового обладнання, змінах в законодавчих або нормативно-технічних документах з охорони праці.

Цільовий інструктаж проводиться безпосередньо перед виконанням робіт, що характеризуються підвищеною небезпекою або при разовому виконанні робіт, що, як правило, не виконуються працюючим.

Всі види інструктажів, крім вступного, проводяться безпосередніми керівниками працюючих і фіксуються в журналі реєстрації інструктажів з охорони праці структурного підрозділу.

Питання для самоперевірки до розділу 7.1

1. На підставі яких законів здійснюється вирішення питань з охорони праці в Україні?
2. У чому полягають принципи державної політики в області охорони праці в Україні?
3. Яким документом регулюються взаємини між власником і працівниками в області охорони праці на конкретному підприємстві ?
4. Які основні позиції з охорони праці повинні бути відбиті в колективному договорі?
5. Основні положення з охорони праці жінок.
6. Основні положення з охорони праці неповнолітніх.
7. Які обмеження накладаються нормативними положеннями в організації праці неповнолітніх?
8. Основні положення з охорони праці інвалідів.
9. Положення про медичний огляд працівників.
10. Хто повинен забезпечувати організацію і проведення медоглядів на підприємстві?
11. Види і мета медичних оглядів на підприємстві?
12. Класифікація нормативно-правових актів з охорони праці.
13. Види відповідальності за порушення законодавства з охорони праці.
14. Суть дисциплінарної відповідальності.
15. Суть адміністративної відповідальності.
16. Суть матеріальної відповідальності.
17. Суть кримінальної відповідальності.
18. Які органи забезпечують керування охороною праці на рівні держави?
19. Функції органів, що забезпечують керування охороною праці на рівні держави.
20. Які основні функції й завдання відносяться до області керування охороною праці?
21. Які положення встановлені з організації служби охорони праці на підприємстві?
22. Завдання служби охорони праці на підприємстві.
23. Які функції покладаються на службу охорони праці на підприємстві?
24. Які положення встановлені для комісії з питань охорони праці на підприємстві?

25. Класифікація інструкцій з охорони праці на підприємстві.
26. Які розділи повинна містити інструкція з охорони праці?
27. Зміст розділу « Загальні положення» .
28. Зміст розділу «Вимоги безпеки перед початком роботи».
29. Зміст розділу « Вимоги безпеки під час роботи».
30. Зміст розділу « Вимоги безпеки по закінченні роботи».
31. Зміст розділу «Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях».
32. Які встановлені правила й терміни в розробці та перегляді інструкцій з охорони праці?
33. Принципи державної політики щодо навчання працівників у галузі охорони праці.
34. Які встановлені правила в підготовці персоналу для робіт з підвищеною небезпекою?
35. Правила підготовки посадових осіб з охорони праці.
36. Види інструктажів з охорони праці.
37. Зміст, правила проведення вступного інструктажу з охорони праці.
38. Зміст, правила проведення первинного інструктажу.
39. Зміст, періодичність проведення повторного інструктажу.
40. Зміст, правила проведення позапланового інструктажу.
41. Зміст, правила проведення цільового інструктажу.

7.2. Основи виробничої санітарії

7.2.1. Виробничі шкідливі речовини

До виробничих шкідливих речовин відносяться пи́л, гази, хімічні речовини в рідкій і твердій фазі, що знаходяться в робочій зоні.

Під шкідливим розуміється речовина, що при контакті з організмом людини викликає виробничі травми, професійні захворювання або відхилення у стані здоров'я, що виявляються сучасними медичними методами протягом трудової діяльності, у більш віддалений термін життя сьогоденішнього й майбутнього покоління.

Шкідливість речовини залежить від її властивостей, що визначаються складом, структурою та фізичним станом речовини. Класифікація шкідливих речовин і загальні вимоги безпеки введені ГОСТ 2.1.007-76. Відповідно до положень цього документу за ступенем впливу на організм людини шкідливі речовини підрозділяються на чотири класи небезпеки: надзвичайно небезпечні; високо небезпечні; помірнонебезпечні; малонебезпечні.

У загальному випадку ступінь і характер спричинених речовиною порушень нормальної роботи організму залежать від шляху попадання в організм, дози, часу впливу, концентрації речовини, її розчинності, стану сприймаючої тканини й організму в цілому, характеристик навколишнього середовища.

7.2.2. Виробничий пи́л. Класифікація, вплив на організм працюючих. Нормування, захист працюючих від пилу

Одним з різновидів шкідливих речовин є виробничий пи́л – зважені в повітрі повільно осідаючі тверді частки розміром від декількох десятків до часток мікрметра. Пи́л являє собою дисперсну систему, тобто аерозоль.

Класифікують пи́л за походженням, способом утворення, розмірами і формою часток, ступенем токсичності, електричним зарядом та ін.

За походженням – органічний, неорганічний, змішаний. Органічний пил буває природний (деревний, лляний, вовняний і т. п.) і штучний (пластмасовий, гумовий, пил барвників). Неорганічний пил підрозділяється на мінеральний (цементний, порцеляновий, кварцовий) і металевий (цинковий, свинцевий, мідний). Змішаний пил утворюється в хімічних виробництвах, у металургійній промисловості та ін.

За способом утворення пил підрозділяється на аерозолі дезинтеграції та конденсації.

Аерозолі дезинтеграції утворюються при механічному подрібненні, дробленні, руйнуванні твердих речовин, при механічній обробці виробів (очищення лиття, полірування).

Аерозолі конденсації утворюються при термічних процесах за участю твердих речовин (плавлення, електрозварювання й ін.) внаслідок охолодження і конденсації пари металів, пластмас.

За розмірами часток розрізняють пил: видимий – розміром більше 10мкм; мікроскопічний, розміром від 10 до 0,25мкм; ультрамікроскопічний – при розмірах часток менше 0,25 мкм.

За ступенем токсичності – пил отрутний і дратівний.

За електрзарядженістю пил поділяють на нейтральний, заряджений однойменними та різнойменними зарядами.

Вплив пилу на організм працюючих

З цілого комплексу властивостей пилу у виробничих умовах найбільше значення в плані санітарно-гігієнічної оцінки впливу на здоров'я людини мають хімічний склад, розчинність, дисперсність, форма, електричний заряд, ступінь радіоактивності й вибухонебезпечність [7].

Хімічний склад. Залежно від хімічного складу пил може справляти на організм людини фіброгенну, дратівливу, токсичну чи алергенну дії. Причому, хімічна активність пилу, ступінь його впливу на організм залежать і від загальної площі часток.

Розчинність пилу, в сукупності з характеристикою хімічного складу, також значною мірою впливає на організм людини. Так, наприклад, цукровий пил, швидко розчиняючись, не характеризується шкідливою дією на людину. Нерозчинний, наприклад волокнистий пил, довго затримується в організмі, часто призводячи до захворювань дихальних шляхів. У той же час до-

бра розчинність, у випадку токсичного пилу, сприяє його негативній дії на здоров'я людини. Значно впливає і вид розчинника (середовища розчинення) пилу (вода, кислоти, жири), тому що цим визначається шлях попадання його в організм людини – через шкірний покрив, органи дихання чи шлунково-кишковий тракт.

Дисперсність пилу. Ультрамیکроскопічний пил може знаходитися в повітрі тривалий час у стані Броунівського руху. Пил з більшими розмірами осідає зі швидкістю, обумовленою розмірами й питомою вагою пилинок. Більш великі й важкі частини осідають зі швидкістю, обумовленою законом Ньютона (з прискоренням сили ваги), а дрібні (0,1...10 мкм) – законом Стокса (з прискоренням вільного падіння).

У легені при диханні проникає пил 0,2...5 мкм. Більш великі частинки затримуються у верхніх дихальних шляхах, а більш дрібні – циркулюють відповідно до циклу дихання людини.

Найбільшою активністю стосовно негативного впливу на легені людини (фіброгена активність) мають частинки пилу наступних розмірів: для пилу дезинтеграції – 1...5 мкм і 0,3...0,4 мкм для пилу конденсації.

Підвищення активності часток стосовно негативного впливу на організм людини в порівнянні з активністю вихідного матеріалу пояснюється різким збільшенням їхньої сумарної площі поверхні. Так, якщо кубик речовини з розміром ребра рівним 1 см і, отже, площею поверхні 6 см² роздібнити на частинки з ребром 1 мкм, то сумарна поверхня частинок, що утворилися, збільшиться в 1000 разів, склавши 0,6 м². Таке збільшення сумарної площі частинок речовини викликає значне підвищення кількості найбільш активних поверхневих молекул і, як наслідок, – зростання фізичної й хімічної активності пилу, підвищення його адсорбційної здатності. При цьому, ефект негативного впливу пилу на організм людини зменшується як зі збільшенням, так і зі зменшенням розміру порошин. У першому випадку це пов'язано з тим, що все більше число часток пилу затримується у верхніх дихальних шляхах, а в другому зменшення шкідливого впливу пилу обумовлюється значним збільшенням швидкості виведення пилу з легень.

Форма часток пилу впливає як на тривалість їх перебу-

вання в повітрі, так і на ступінь негативного впливу на організм людини. При цьому частки неправильної форми (пил дезинтеграції) мають здатність більш тривалий час зберігатися в повітрі. Аерозолі конденсації, що мають, як правило, сфероподібну форму, більш легко осідають з повітря, за умови, що їхній розмір перевищує 5...10 мкм.

Пилоподібні частки округлої форми легше проникають у легеневу тканину, закупорюючи альвеоли і справляють тим самим більш сильний фіброгенний вплив на здоров'я людини. У той же час пил, що має голчасту, гострокутну форму сильніше роздратовує шкіру, слизисті оболонки.

Важливою властивістю деяких видів пилу є їхня займистість і вибухонебезпечність.

Пилові частки, поглинаючи кисень повітря, найчастіше стають легкозаймистими при наявності джерел вогню (кам'яно-вугільний, корковий, цукровий, борошняний пил).

Здатністю вибухати володіють алюмінієвий, цинковий і інші види пилу. При цьому для виникнення вибуху (запалення) потрібна визначена концентрація пилу в повітрі і наявність відкритого джерела вогню. Для різного виду пилу різні й величини вибухонебезпечної концентрації. Так, наприклад, для алюмінієвого та крохмального пилу вибухонебезпечна концентрація складає 7 г/м^3 в повітрі, для цукрового – $10,3 \text{ г/м}^3$.

Таким чином, на додаток до шкідливого впливу на організм людини пил може призводити до аварійних вибухонебезпечних ситуацій на виробництві.

Електрозарядженість часток також є однією з важливих властивостей пилу. Пилові частки, що надходять у повітряне середовище при різних технологічних процесах, у більшості випадків несуть на собі електричний заряд. Цей заряд набувається частинками в результаті тертя пилетвірної речовини з поверхнею частин машин (наприклад, у млинах), тертя й зіткнення порошин одна з другою. При цьому різнойменні заряди пилових часточок сприяють їх більш швидкій конденсації з повітря за рахунок притягання і збільшення маси. Однойменний заряд часток пилу обумовлює велику стабільність пилового аерозолію.

В доповнення до цього дослідження показують, що частки пилу, що несуть на собі електричний заряд, затримуються в органах дихання в більшій кількості, ніж нейтральні пилові час-

тки. При цьому збільшення затриманого пилу в дихальних шляхах людини може досягати 70 %.

Пил може бути носієм мікробів, грибків і т. п., які, у свою чергу, можуть бути причиною захворювання працюючих. Так, у цехах льонопрядильної, вовняної промисловості виявлено в 1 м³ повітря близько 37 тисяч бактерій.

Радіоактивність пилу за походженням підрозділяється на природну та штучну. Природний радіоактивний пил утворюється, наприклад, при видобутку уранових, торієвих руд, а також деяких нерадіоактивних копалин, що мають домішки урану (свинець, вугілля). У цих випадках утворюються радіоактивні аерозолі з розміром частинок 0,001...10 мкм. Штучний радіоактивний пил утворюється в результаті ядерних вибухів, при технологічних або аварійних викидах підприємств атомної промисловості, ядерних реакторів, прискорювачів заряджених часток. Вдихання радіоактивних пилових часток з повітрям обумовлює, з одного боку небезпеку для здоров'я людини, властиву для звичайного пилу, а з іншого – ступінь опромінення, обумовлений фізико-хімічними властивостями радіоактивних ізотопів (змивання, розчинність, час життя). У випадку влучення на шкіру радіоактивного пилу можуть виникати променеві опіки.

Важкорозчинний радіоактивний пил довго затримується в легенях і лімфовузлах, опромінюючи тканини організму людини. Легкорозчинний – абсорбується у кров і стає джерелом внутрішнього опромінення інших тканин. Причому, активніше виводиться з організму швидкорозчинний пил. Особливо небезпечним є важкорозчинний радіоактивний пил, що містить довгоживучі ізотопи.

Пилові захворювання легень – один з найважчих і розповсюджених у світі видів професійних захворювань. Основними типами професійних захворювань при впливі пилу є пневмоконіози, хронічний бронхіт та захворювання верхніх дихальних шляхів.

Пневмоконіози – захворювання легень, які залежно від виду пилу підрозділяються на силікоз (дія кварцового пилу), металоконоіоз (дія пилу металів) і т. д.

Пил може також шкідливо впливати й на органи зору, викликаючи кон'юнктивіт, професійну катаракту; шкірну тканину, сприяючи розвитку екземи, алергійних захворювань.

Визначення гранично допустимої концентрації пилу

Визначення допустимої концентрації пилу в повітрі робочої зони, при якій допускається перебування працюючих без засобів захисту, здійснюється з урахуванням комплексу розглянутих вище характеристик пилу. Кінцевою метою такого нормування є визначення гранично допустимої концентрації (ГДК) пилу (мг/м^3).

ГДК це концентрація, що при щоденній роботі протягом не більше 8 годин, але не більше 40 годин в тиждень протягом усього стажу не може викликати захворювань або відхилень у стані здоров'я, які виявляються сучасними медичними методами дослідження в процесі роботи або у віддалений термін життя дійсного і наступного поколінь. Санітарними нормами СН 2.45-71, а також ГОСТ 12.1. 005-76 встановлені ГДК для різних видів пилу в повітрі робочої зони.

Оцінка й контроль запиленості повітря робочої зони

Оцінка й контроль запиленості повітря виконуються рядом методів, що підрозділяються на методи, які визначають кількість пилу в повітрі робочої зони, і методи, що дозволяють визначати її якісний склад.

До першої категорії методів відносяться ваговий, фотоелектричний і, частково, рахунковий.

Ваговий метод є найбільш розповсюдженим. Його суть полягає в тому, що через спеціальний аерозольний фільтр пропускають визначений обсяг запиленого повітря (V). При цьому визначають масу фільтра до експерименту (P_1) та після нього (після протягування запиленого повітря) (P_2). Концентрацію пилу в повітрі розраховують за такою спрощеною формулою:

$$C = (P_2 - P_1) / V.$$

Визначення допустимості умов праці за параметром запиленості повітря робочої зони виконують після проведення експерименту та відповідних розрахунків методом порівняння величини C з ГДК. Якщо концентрація $C < \text{ГДК}$, то умови праці приймають, як допустимі.

До методів, що дозволяють визначити якісний склад пилу, належать радіаційний, спектральний, метод хімічного аналізу та ін.

Методи захисту працюючих від шкідливого впливу

виробничого пилу

Основним методом захисту працюючих від впливу пилу є дотримання ГДК, установлених ДСТ і СН. При неможливості дотримання ГДК використовують організаційні, медико-профілактичні та технічні заходи й засоби захисту працюючих.

До організаційних заходів відносяться: обмеження мінімального віку працюючих (20 років) в умовах, що характеризуються підвищеною запиленістю повітря (наприклад, у підземних умовах); введення скороченого робочого дня; додаткові відпустки, більш ранній вихід на пенсію й ін.

Серед медико-профілактичних заходів необхідно вказати на обов'язковий контроль за станом здоров'я працюючих при вступі й під час роботи. Це виконується шляхом періодичних медичних оглядів.

Заборонено використовувати на роботі, пов'язаною з підвищеною запиленістю повітря, персонал з хронічним захворюванням органів дихання, серцево-судинної системи. Медичні огляди повинні проводитися І раз у 12 або 24 місяці, залежно від виду пилу.

Вся сукупність технічних методів та засобів захисту від підвищеної запиленості повітря робочої зони поділяється на дві основні групи – колективні та індивідуальні.

Серед колективних технічних заходів захисту слід відзначити удосконалення технології, впровадження автоматизації, дистанційного керування (наприклад, застосування роботів-маніпуляторів при зварюванні, упакуванні сипучих продуктів), герметизація устаткування, різні види вентиляції приміщень. У разі неможливості застосування таких шляхів боротьби з підвищеною запиленістю повітря використовують зрошення, водяні завіси.

До індивідуальних засобів захисту відносяться місцева витяжна вентиляція з очищенням повітря, протипилеві респіратори, окуляри з герметичною оправою, ізолюючі засоби захисту – кисневі, шлангові чи регенеруючі протигази (розд. 7.3.2). Останню групу індивідуальних засобів захисту застосовують, як правило, в аварійних ситуаціях.

Питання для самоперевірки до розділу 7.2.2

1. Навести визначення шкідливих речовин.
2. Класифікація шкідливих речовин за ступенем впливу на організм людини.
3. Класифікація виробничого пилу за походженням.
4. Класифікація виробничого пилу за способом утворення.
5. Класифікація виробничого пилу за розмірами часток.
6. Мета класифікації виробничого пилу.
7. Вплив хімічного складу й розчинності пилу на організм людини.
8. Вплив дисперсності та форми часток пилу на організм людини.
9. Вплив вибухонебезпечності та електрозарядженості пилу на організм людини.
10. Вплив радіоактивності пилу на організм людини.
11. Які професійні захворювання виникають у працюючих в середовищі з підвищеною запиленістю повітря?
12. Навести визначення гранично допустимої концентрації пилу.
13. Викласти класифікацію методів контролю запиленості повітря.
14. Описати суть та навести приклади методів якісного аналізу пилу.
15. Описати суть та навести приклади методів кількісного аналізу пилу.
16. Навести класифікацію заходів та засобів захисту працюючих в середовищі з підвищеною концентрацією пилу.
17. Дати перелік організаційних заходів, направлених на захист здоров'я працюючих.
18. Навести перелік медико-профілактичних заходів.
19. Описати основні технічні колективні заходи захисту від підвищеної запиленості.
20. Дати опис основних технічних індивідуальних засобів захисту від підвищеної запиленості.

7.2.3. Виробничі отрути. Класифікація, вплив на організм людини. Захист від шкідливого впливу виробничих отрут на людину

Наступним видом виробничих шкідливих речовин є виробничі отрути.

У кожній індустріально розвинутій країні одним з найбільш масштабних проявів впливу виробничого середовища на людину є наявність хімічних речовин у робочій зоні в процесі виробництва.

На даний час відомо більше 10 млн. хімічних речовин, з яких більше 60 тис. знаходять широке застосування у промисловості й побуті. Щорічно на відповідному міжнародному ринку пропонується від 500 до 1000 нових хімічних сполук і сумішей.

Деякі з хімічних речовин мають високу токсичність, інші, менш токсичні, являють загрозу здоров'ю людини через високу стійкість, здатність до накопичення в організмі.

Ступінь впливу, шкідливості виробничих отрут на працюючих оцінюється із залученням ряду класифікацій: за характером впливу на організм людини (загальнотоксичні; дратівні; канцерогенні; мутагенні; сенсibiliзуючі, які збільшують реакційну чутливість клітин організму); за шляхом проникнення в організм (через дихальні шляхи, травну систему, шкірний покрив, слизисту оболонку ока); за ступенем токсичності (надзвичайно токсичні, високотоксичні, помірно токсичні, малотоксичні); за ступенем впливу на організм людини (розд. 7.2.1).

У загальному випадку ступінь і характер викликаних шкідливою речовиною порушень нормальної діяльності організму залежить від комплексу умов – шляху попадання в організм, дози, часу дії, концентрації речовини, її розчинності, стану організму в цілому, атмосферного тиску, температури повітря, його відносної вологості та інших характеристик.

Через шкірний покрив, в основному, попадають отруйні речовини, що добре розчиняються у воді або жирах.

Через травну систему – разом з їжею, а також при недотриманні правил особистої гігієни.

Дихальний шлях попадання отруйних речовин є основним і найбільш швидким шляхом надходження їх в організм. Це пояснюється великою поверхнею легених альвеол ($100...120 \text{ м}^2$) і постійним активним протоком крові по легених капілярах, що сприяє безпосередньому проникненню речовин з альвеол у кров, яка транспортує отруту, що надходить, по всьому організмі.

Вплив шкідливих речовин на організм працюючих

Вплив шкідливих речовин на організм працюючих може призводити до отруєння чи до професійного захворювання.

Отруєння працюючих можуть виникати раптово при попаданні в організм шкідливої речовини в кількості, що перевищує певну величину, а також можуть розвиватися протягом досить тривалого часу в результаті поступової дії порівняно малих кількостей шкідливих речовин, що характеризуються кумулятивним характером.

У першому випадку отруєння називають гострими і враховують нарівні з випадками виробничого травматизму.

У другому випадку отруєння називають професійним, що є частковим випадком професійного захворювання.

Наслідком дії шкідливих речовин на організм людини можуть бути анатомічні ушкодження, постійні або тимчасові розлади окремих систем організму та комбіновані наслідки.

У зв'язку з постійним поліпшенням умов праці, зниженням концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони, на даний час кількість випадків гострих отруєнь і хронічних захворювань зменшується. Зменшення кількості таких захворювань пояснюється введенням відповідних заходів та засобів з охорони праці, а також процесом адаптації організму людини до шкідливої речовини – його пристосуванням до умов навколишнього середовища, що відбувається без необоротних змін роботи його систем і організму в цілому. Для забезпечення розвитку адаптації до хронічного впливу шкідливої речовини необхідно, щоб його концентрація була достатньою для виклику пристосувальної реакції організму, але щоб вони не були надмірними, які призводять до ушкодження організму з необоротними наслідками.

У той же час, при сучасному стані технологічних процесів представляється нереальним вирішення задачі повної відсутності шкідливих речовин у повітрі робочої зони або ж її реалізація викликає величезні матеріальні витрати. У зв'язку з цим особливе значення здобуває оцінка ступеня небезпеки та гігієнічне нормування концентрації шкідливих речовин.

Контроль за вмістом шкідливих речовин у повітрі робочої зони

Контроль за вмістом шкідливих речовин у повітрі робочої зони повинен установлюватися: безперервний – для речовин 1-го класу небезпеки; періодичний – для речовин 2, 3, 4 класів небезпеки. Відбір повітря для контролю необхідно робити безпосередньо на робочих місцях.

Всю сукупність методів контролю розділяють на дві категорії: методи якісного (лабораторні) та методи кількісного аналізу (виробничі).

Методи якісного аналізу шкідливих речовин у повітрі робочої зони полягають в відборі проб повітря в заданих місцях з наступним їх аналізом в лабораторії. Ці методи займають багато часу, але дають точні результати контролю. До таких методів відносяться спектроскопічний (заснований на вимірі інтенсивності й частотного розподілу спектральних ліній в оптичному або радіочастотному діапазоні після проходження випромінювань через досліджувану шкідливу речовину); хроматографічний (заснований на зміні кольору спеціальних індикаторів у результаті спалювання досліджуваної речовини); рентгенівський (заснований на визначенні хімічного складу шкідливої речовини через параметри кристалічної решітки).

Методи кількісного аналізу полягають в періодичному або постійному контролі за складом повітря безпосередньо у виробничих умовах. Вони не відрізняються високою точністю, але характеризуються малим часом проведення вимірів, оперативністю одержання інформації. Характерними представниками цієї групи методів є колористичний (заснований на появі колірного фарбування індикатора при досягненні гранично допустимої концентрації шкідливої речовини в повітрі); метод використання іонізуючих випромінювань (заснований на зміні інтенсивності потоку іонізуючих випромінювань при проходженні їх через повітряне середовище різної щільності). Найбільш часто використовують лінійно-колористичний метод, заснований на залежності висоти пофарбованої частини індикатора (L) від концентрації шкідливої речовини в повітрі (C). Для реалізації цього методу контролю визначений об'єм загазованого повітря робочої зони протягують через індикатор, розміщений у спеціальній скляній трубці. Концентрацію шкідливого газу визначають з використанням номограми, що побудована за функцією:

$$L = f(C).$$

Визначення допустимості умов праці виконують після проведення експерименту методом порівняння величини C з ГДК. Якщо концентрація $C < \text{ГДК}$, то умови праці приймають, як допустимі.

Захист працюючих від дії шкідливих речовин

Попередження професійних отруєнь та захворювань забезпечується комплексом заходів і засобів захисту працюючих. Такі заходи та засоби поділяються на профілактичні, архітектурно-планувальні, організаційні, технічні колективні та індивідуальні.

Профілактика професійних отруєнь зводиться насамперед, до запобігання впливу шкідливих речовин на організм людини в результаті розробки нешкідливих технологічних процесів, заміни, по можливості, шкідливих речовин, що використовуються, менш шкідливими.

Архітектурно-планувальні рішення. Приміщення з особливо шкідливим виробництвом розташовують ізольовано від інших виробничих приміщень; при плануванні виробничих площ підприємства враховується переважний напрямок вітру. Приміщення, в яких протікають процеси з виділенням шкідливих речовин, фарбують зсередини фарбами, що не всмоктують шкідливі речовини.

До організаційних заходів відносяться: обов'язкові інструктажі з безпеки праці, попередній і періодичні медичні огляди, лікувально-профілактичне харчування, введення скороченого робочого дня, додаткової відпустки.

У комплекс колективних технічних засобів захисту входять: герметизація устаткування; дистанційне керування процесами, їх автоматизація. Як додаткові засоби безпеки використовуються вентиляція, місцеві відсоси, вбудовані й зблоковані з агрегатами устаткування.

У випадку, якщо організаційні заходи і колективні засоби захисту не дозволяють досягти допустимих концентрацій (ГДК) у повітрі виробничих приміщень, застосовують індивідуальні засоби захисту, систематичний контроль за складом повітря робочої зони.

Як засоби індивідуального захисту органів дихання застосовують респіратори; фільтруючі або ізолюючі протигази.

Фільтруючі протигази застосовують при вмісті кисню в повітрі робочої зони не менше 16 % і наявності в ньому шкідливих речовин не більше 2 %. Фільтруючий протигаз складається з маски й фільтруючої ємності, що містить поглинач шкідливих речовин. Причому, колір ємності вказує на той вид шкідливої речовини, на яку розрахований поглинач.

Ізолюючі протигази підрозділяються на шлангові, кисневі й регенеруючі.

У шлангових протигазах повітря подається по шлангу із зони з чистим повітрям. Існують нагнітальні й самовсмоктувальні шлангові протигази.

Кисневі протигази забезпечують подачу повітря для дихання працюючого через редуктор із спеціальної переносної мобільної ємності, що входить до складу протигаза. Вона містить повітря або кисень, що знаходяться під тиском.

Регенеруючі протигази забезпечують очищення повітря, що видихає працюючий, для його повторного використання (вдихання) спеціальними реагентами.

Питання для самоперевірки до розділу 7.2.3

1. Класифікація виробничих отрут за характером впливу на організм людини.
2. Класифікація виробничих отрут за шляхом проникнення в організм людини.
3. Класифікація виробничих отрут за ступенем токсичності.
4. Які професійні захворювання можуть виникати в працюючих у середовищі з виробничими отрутами?
5. Яка роль механізму адаптації в розвитку впливу виробничих отрут на організм людини?
6. Правила проведення контролю концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони.
7. Викласти методи якісного аналізу шкідливих речовин.
8. Викласти методи кількісного аналізу шкідливих речовин.
9. Які застосовують методи і засоби профілактики та захисту працюючих від впливу шкідливих речовин.
10. Описати архітектурно-планувальні рішення.
11. Описати колективні технічні засоби захисту.

12. Описати індивідуальні засоби захисту працюючих від впливу виробничих отрут.

7.3. Виробничий шум. Параметри, вплив на працюючих. Нормування, заходи й засоби захисту працюючих

Джерелами шуму на виробництві є коливання, що виникають при зіткненні, терті, ковзанні твердих тіл, витіканні рідин і газів, при роботі верстатів, ручних інструментів, електричних машин і т. п.

У практиці виробничої санітарії шумом називається будь-який небажаний звук або сукупність звуків різної частоти й інтенсивності, що несприятливо впливають на організм людини.

За фізичною сутністю шум – це механічні коливання часток пружного середовища (газу, рідини, твердого тіла), що виникають під впливом будь-якої зовнішньої сили.

Пружні коливання часток середовища частотою 16 Гц ... 20 кГц називаються звуковими, коливання частот нижче 16 Гц – інфразвуковими, а коливання частотою вище 20 кГц – ультразвуковими.

7.3.1. Класифікація виробничого шуму

Гігієнічна оцінка шуму допускає його класифікацію за двома принципами – характером спектра і часовими характеристиками.

За характером спектра: широкополосний шум – з безперервним спектром більше 1-ї октави*; вузькополосний (тональний) шум – з безперервним спектром менше однієї октави або в спектрі якого присутні виражені дискретні тони. Тональний характер шуму встановлюється виміром у триоктавних смугах частот і визначається при перевищенні рівня в одній смузі над сусідніми не менше ніж на 10 дБ. Октавною смугою називається такий діапазон частот, в якому верхня частота (f_2) у два рази вище нижньої граничної частоти (f_1).

За часовими характеристиками: постійний – рівень звуку якого за 8-часовий робочий день змінюється в часі не більше ніж на 5 дБ А; непостійний – рівень звуку якого за 8-часовий робочий день змінюється в часі більше ніж на 5 дБ А. Індекс А означає виміри рівня шуму за шкалою А шумоміра, в режимі «повільно». Ця шкала відповідає частотній характеристиці зву-

кового аналізатора людини, в якій низькочастотні складові шуму ослаблені в порівнянні з високочастотними.

Непостійний шум, у свою чергу, підрозділяється на такі категорії: коливні в часі, рівень звуку яких безупинно змінюється в часі; переривчасті, рівень звуку яких східчасто змінюється більше ніж на 5 дБ А при тривалості інтервалів з постійним рівнем шуму ≥ 1 С; імпульсні, що складаються з одного або декількох звукових сигналів, кожен тривалістю < 1 С.

Постійний шум на робочих місцях оцінюється рівнем звукового тиску в дБ, що вимірюється на середньгеометричних частотах (F_{cp}) октавних смуг зі значеннями 31,5; 63; 125; 250; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц. Середньгеометричну частоту ($F_{сг}$) октавної полоси обчислюють за формулою:

$$F_{\bar{n}\bar{a}} = \sqrt{f_1 \cdot f_2},$$

де f_1, f_2 – відповідно верхня і нижня частоти октавної полоси.

Як одночислову характеристику шуму використовують параметр рівня звуку в дБ А, що являє собою середньозважену величину частотних характеристик звукового тиску з урахуванням біологічної дії на організм людини.

7.3.2. Характеристики шуму

Основними характеристиками шуму є спектр (сукупність частот окремих звуків, з яких складається шум), інтенсивність звуку (I), звуковий тиск (P), швидкість звуку в середовищі (C), довжина хвилі (λ), частота (f). Як і в будь-якому іншому хвильовому процесі, довжина хвилі звуку (λ) пов'язана з частотою і швидкістю його поширення відомою залежністю

$$\lambda = C/f.$$

Швидкість поширення звукових хвиль залежить від пружних властивостей, температури, щільності, вологості середовища, в якому вони поширюються.

При поширенні звуку в пружному середовищі під дією звукових коливань утворюються ділянки згущення і розрідження тиску, які чергуються, що і визначає величину звукового тиску (P), як різницю тисків в збудженому (P_2) і не збудженому (P_1) середовищі. Іншими словами, стосовно повітряного середовища, звуковий тиск це перемінна складова тиску повітря, що виникає

в результаті збудження звуком, який накладається на атмосферний тиск і викликає його флуктуації.

Процес поширення звуку відбувається з перенесенням кінетичної енергії, який виражається у вигляді інтенсивності звуку (I). Інтенсивність звуку – це середня кількість звукової енергії, що проходить в одиницю часу через одиницю поверхні, перпендикулярну до напрямку поширення звуку:

$$I = V \cdot P; \quad I = P^2/(\rho \cdot C).$$

де V – миттєве значення швидкості коливань; P – миттєве значення звукового тиску; ρ – щільність середовища; $(\rho \cdot C)$ – питомий акустичний опір середовища; C – швидкість звуку в середовищі.

Існують мінімальні значення інтенсивності звуку (I_0) та звукового тиску (P_0), що розрізняються органами слуху людини. Ці величини називаються граничними. Вони встановлені для частоти 1000 Гц і складають $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м²; $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па.

Вплив звуку на межі болючого відчуття людини перевищує граничні значення \sim у 10^{14} разів. Причому, значення цих порогів залежать і від частоти звукових коливань. Так, найнижчі граничні значення цих параметрів спостерігаються в діапазоні 1...5 кГц.

У зв'язку з таким значним динамічним діапазоном сприйняття інтенсивності звуку і звукового тиску людиною, для зручності графічного зображення, наприклад за частотним спектром, представляють відносні логарифмічні рівні інтенсивності й звукового тиску стосовно граничних значень I_0 і P_0 у такому вигляді:

$$L_i = 10 \lg I / I_0.$$

Оскільки інтенсивність звуку (I) пропорційна квадрату звукового тиску (P), то виходячи з цього, можна представити величину логарифмічного рівня інтенсивності звуку в такий спосіб:

$$L_p = 10 \lg P^2 / P_0^2 = 20 \lg P / P_0.$$

Цю величину прийнято називати рівнем звукового тиску. Вона використовується при акустичних вимірах і визначенні нормативних значень, що вказані у відповідних нормативних документах.

Відповідно до прийнятих одиниць виміру виходить, що коли діюча інтенсивність звуку, наприклад (I_I), перевищує гра-

ничну в 10 разів, тобто $I_1 / I_0 = 10$ то результуюча величина складає 1 Б (Бел). Якщо перевищення становить 100 разів, то $I_2 / I_0 = 2$ Б. і т. д. У такий спосіб забезпечується вимір рівня звукового тиску у відносних одиницях – Белах (Б). Причому встановлено, що орган слуху людини здатний розрізняти приріст інтенсивності звуку на 0,1 Б, тобто на 1 дБ, який і прийнятий за основну одиницю виміру.

7.3.3. Вплив шуму на організм людини

Інтенсивний шумовий вплив викликає в звуковому аналізаторі людини зміни, які спричиняють відповідну реакцію всього організму. В цьому плані характерною рисою звукового аналізатора людини є ефект адаптації, який виражається в часовому зсуві (підвищенні) порогів слухової чутливості (I_0). Цей ефект викликається тривалим впливом акустичних коливань (шуму) підвищеного рівня. Підвищення слухових порогів, тобто постійне зміщення порогу слуху, виражається в розвитку професійного захворювання, яке називається глухуватістю (погіршенням слуху).

Серед численних проявів несприятливого впливу шуму на організм людини виділяють: погіршення слуху, зниження розбірливості мови, розвиток стомлення, порушення сну, серцебиття.

Літературні дані показують, що збільшення виробничого шуму на 10 дБ виражається в підвищенні рівня захворюваності працюючих в 1,2...1,3 рази.

З цього виходить, що несприятливий вплив шуму на організм людини має істотні як фізіологічні, так і економічні наслідки.

7.3.4. Гігієнічне нормування виробничого шуму. Оцінка рівня виробничого шуму

У нашій країні правилам гігієнічного нормування шуму приділяють увагу з 1956 р. Відповідно до медичних показань ці норми переглядаються у бік зниження ГДР. На даний час діють «Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку» ДСН 3.3.6.037-99.

Непостійний шум на робочих місцях оцінюється інтегральним параметром – еквівалентним рівнем звуку в дБА. Допускається також характеризувати непостійний шум величинами доза шуму або відносна доза шуму. При цьому поняття «еквівалентний рівень шуму» виражає величину рівня шуму за певний час (у країнах СНД – за 8 годин), усереднене за правилом рівної енергії, а «доза шуму» – кількісну характеристику шуму за час його дії.

Для дослідження шуму використовують диференційний та інтегральний методи.

Диференційний метод полягає у вимірюванні рівня звукового тиску на середньгеометричних частотах кожної октавної полоси. Цей метод, в основному використовують для дослідження нового обладнання, технологічних процесів.

Інтегральний метод полягає у вимірі одночислової характеристики – рівня звуку відносно всього спектра звукових коливань. Використовують цей метод для перевірки відповідності шумової обстановки у виробничих приміщеннях, які попередньо пройшли дослідження диференційним методом.

При оцінці шуму вимірювані величини порівнюють з гранично допустимими величинами (ГДР) рівня звукового тиску чи рівня звуку (еквівалентних рівнів звуку). Причому, для тонального й імпульсного шумів граничні значення зменшуються на 5 дБ. Для коливного в часі й переривчастому шумі максимальний рівень звуку складає $L_{max} \leq 110$ дБ, а для імпульсного $L_{max} \leq 125$ дБ.

Вимірювання виконують спеціальними приладами – шумомірами.

Вимірювання шуму виконують в такий спосіб: на постійних робочих місцях – в зонах розташування органів керування технологічним устаткуванням; у робочих зонах обслуговування машин – не менше, ніж у трьох точках робочої зони. Мікрофон шумоміра розташовують на висоті 1,5 м, на відстані 0,5 – 1 м від обладнання (при дослідженні рівня шуму в кабінах мікрофон встановлюють у її центрі). Виміри виконують за шкалою А шумоміра, у режимі «повільно». При дослідженні постійного шуму фіксують рівні звукового тиску в октавних смугах на середньгеометричних частотах, а при непостійному – еквівалентні рівні звуку.

7.3.5. Заходи і засоби захисту працюючих від

шкідливої дії виробничого шуму

Заходи з боротьби із шумом підрозділяються на організаційні, медико-профілактичні, архітектурно-планувальні, технічні.

Організаційні й архітектурно-планувальні заходи: угруповання приміщень з підвищеним рівнем шуму в одній зоні будинку, відділення їх коридорами, підсобними, допоміжними, складськими приміщеннями; застосування результатів математичного прогнозування рівня шуму на етапі проектування будівництва або реконструкції; проектування по можливості більшої кількості виробничих приміщень витягнутої форми, висотою 6...7 м. При цьому забезпечується зменшення числа відбиття звукових хвиль; заборонено діючим стандартом перебування працюючих у зонах з рівнями звукового тиску $L > 135$ дБ у будь-якій октавній смузі.

Медико-профілактичні: проведення попередніх та періодичних медичних оглядів, диспансерне спостереження за здоров'ям працюючих в умовах підвищеного рівня шуму протягом першого року роботи (через індивідуальну чутливість людини відносно дії шуму); підвищення опірності організму працюючих до впливу шуму (щоденний прийом вітамінів B_1 , C протягом 2-х тижнів); використання кімнат психологічного розвантаження, санітарно-курортного лікування.

Технічні засоби захисту від шкідливої дії шуму передбачають використання трьох головних напрямків: усунення причин виникнення шуму або зниження його рівня в джерелі; ослаблення шуму на шляху його поширення; індивідуальний захист працюючих.

Найбільш ефективним шляхом зниження шуму є заміна гучних технологічних операцій на малOSHUMні, наприклад, штампування – пресуванням, заміна клепок – зварюванням і т. п.

Так як реалізація таких методів захисту не завжди реальна та доцільна з економічної точки зору, то застосовують зниження шуму в джерелі: застосування в механізмах матеріалів із звуковбирними властивостями, своєчасне проведення профілактики й планово-попереджувальних ремонтів.

Одним з найбільш простих рішень щодо зниження шуму на шляху його поширення є застосування звукоізолюючих кожухів – звуковідбиваючих або звукопоглинаючих.

Звуковідбиваючі кожухи забезпечують зниження рівня звуку за рахунок високого коефіцієнта відбиття. Такі кожухи можуть знизити рівень звукового тиску на 20...25 дБ.

Звукопоглинаючі кожухи забезпечують зменшення звуку за рахунок перетворення кінетичної енергії звукових хвиль у теплову при коливанні малих об'ємів повітря в порах звукопоглинаючого матеріалу. Такі кожухи можуть знизити рівень звукового тиску на 20...30 дБ.

Ослаблення аеродинамічного шуму, створюваного компресорами, системами пневмотранспорту і т. п. здійснюють глушителями різних типів.

При великих габаритах машин, устаткування передбачають спеціальні кабіни для операторів.

Значний ефект зниження шуму від устаткування дає застосування акустичних екранів, які огорожують джерело шуму від робочого місця або зони обслуговування. Дія такого екрана може бути заснована на ефекті створення акустичної тіні, за рахунок поглинання або відбиття звукової енергії. При цьому слід пам'ятати, що ефект екранного захисту виявляється найбільш помітно лише в області високих та середніх частот і менш ефективний в області низьких частот через дифракцію хвиль, яка може призводити до огинання захисного екрана звуковим полем через невідповідність довжини хвилі і розміру екрана.

Одним з розповсюджених заходів зниження шуму є акустична обробка приміщень. Застосування такого технічного рішення дозволяє знизити шум у результаті дії механізму поглинання. Ефективність захисту в цьому разі також залежить від співвідношення розміру пор в облицювальному матеріалі й довжини звукової хвилі і, природно, характеризується найбільшим коефіцієнтом на високих і середніх частотах.

У багатоповерхових промислових будинках важливий захист приміщень і від структурного шуму, який виникає при закріпленні устаткування, що характеризується підвищеним шумом, на елементах конструкції будинку. Ослаблення передачі такого шуму по будинку здійснюється шумоізоляцією і шумопоглинанням, а також влаштуванням так званих «плаваючих підлог» – підлог виробничих приміщень, які не зв'язані жорстко з конструктивними елементами будинку.

Як індивідуальні засоби захисту від шуму застосовують спеціальні вкладиші у вушну раковину – беруші, а також шумо-захисні навушники.

Питання для самоперевірки до розділу 7.3

1. Навести визначення шуму.
2. Класифікація шуму за характером спектра.
3. Класифікація виробничого шуму за часовими характеристиками.
4. Що називається октавною смугою частот ?
5. Як розраховується середньгеометрична частота октавної полоси?
6. Навести основні характеристики шуму.
7. У чому полягає особливість сприйняття шуму звуковим аналізатором людини?
8. Відносні характеристики шуму.
9. Які основні явища спостерігаються при поширенні звукових коливань у повітрі?
10. Сутність явища дифракції звукової хвилі.
11. Сутність явища інтерференції звукових хвиль.
12. У чому виражається негативний вплив шуму на організм людини?
13. Нормування (встановлення гранично допустимих рівнів) шуму.
14. Які методи використовують для дослідження шуму?
15. Правила виміру шуму на робочих місцях.
16. Класифікація заходів і засобів захисту від шуму.
17. Організаційні й архітектурно-планувальні заходи захисту від шуму.
18. Медико-профілактичні заходи захисту від шуму.
19. Технічні колективні заходи і засоби захисту від шуму.
20. Індивідуальні засоби захисту від шуму.

7.4. Виробнича вібрація. Параметри, нормування, вплив на організм людини. Заходи й засоби

захисту працюючих

Вібрація – це коливальний пружний рух точки твердого тіла (механічної системи).

Вібрація характеризується такими параметрами: амплітудою (зсувом щодо точки спокою) (a), мм; частотою (f), Гц; віброшвидкістю (V) м/с; віброприскоренням (W) м/с².

Класифікація вібрації

За дією на організм людини вібрація класифікується за такими ознаками: за способом передачі вібрації на людину; за напрямком дії вібрації; за характером спектра; за часовими характеристиками.

За способом передачі на організм людини вібрація підрозділяється на загальну й локальну.

Загальна вібрація діє на організм людини через опорні поверхні – сидіння, ноги людини. Відповідно до ГОСТ 12.1.012-90 «Вібраційна безпека. Загальні вимоги» існують наступні види загальної вібрації: транспортна, що виникає при русі транспортних засобів; транспортно-технологічна, що виникає при роботі операторів на машинах, технологічних засобах з обмеженим переміщенням у виробничих приміщеннях; технологічна, що виникає при роботі на стаціонарних машинах чи обладнанні або передається на робочі місця, що не мають джерел вібрації.

Локальна вібрація діє на окремі частини та органи тіла людини. Джерелами локальної вібрації є пневматичні відбійні молотки, ковальсько-пресове устаткування, технологічне устаткування складальних цехів, шліфувальні й полірувальні верстати і т. п.

За характером спектра вібрація підрозділяється з урахуванням виду (загальна або локальна) на такі категорії:

- для загальної вібрації: низькочастотна, з перевагою максимальних рівнів в октавних смугах частот 8 і 16 Гц; середньочастотна – 31,5; 63 Гц; високочастотна – 125; 250; 500; 100 Гц;
- для локальної вібрації й вібрації робочих місць за тими ж видами спектрального розподілу з частотами 1 і 4 Гц – для низькочастотної, 8 і 16 Гц – для середньочастотної і 31,5, 63 Гц – для високочастотної вібрації.

За часовими характеристиками вібрація підрозділяється на такі види: постійна, для якої величина віброшвидкості змінюється не більше ніж у 2 рази (< 6 дБ) при часі спостереження $t_{\text{спост}} \geq 1$ хв; непостійна – для якої величина віброшвидкості змінюється не менше ніж у 2 рази (> 6 дБ) при такому ж часі спостереження ($t_{\text{спост}} \geq 1$ хв).

Непостійну вібрацію, у свою чергу, підрозділяють на такі категорії: коливна, для якої рівень віброшвидкості змінюється плавно безупинно в часі; переривчаста, коли тривалість вібраційних впливів на оператора складає $t > 1$ с; імпульсна, що складається з одного або декількох вібраційних впливів (наприклад, ударів), кожен тривалістю менше 1с, при частоті їхнього надходження $t < 5$ Гц.

Під впливом інтенсивної вібрації (особливо локальної), в організмі людини відбуваються функціональні зміни окремих систем і регуляторної функції центральної нервової системи. Вібрація викликає появу вібраційної хвороби, що може призвести до втрати працездатності. Вібраційна хвороба може виявлятися у вигляді порушення діяльності вестибулярного апарата, зниженні температурної та больової чутливості людини.

7.4.1. Гігієнічне нормування вібрації

Вібрацію вимірюють в абсолютних і відносних одиницях.

Абсолютними параметрами для виміру вібрації є віброзміщення, віброшвидкість і віброприскорення.

Основними відносними параметрами вібрації є:

- логарифмічний рівень віброшвидкості, що визначається за формулою

$$L_v = 10 \lg V^2/V_0^2 = 20 \lg V/V_0,$$

де: V – віброшвидкість (м/с), $V = (2\pi \cdot f \cdot a)$; f , a – відповідно частота й амплітуда вібрації; $V_0 = 5 \cdot 10^{-8}$ м/с – граничне мінімальне значення віброшвидкості, яке відчувається вібраційним аналізатором організму людини.

- логарифмічний рівень віброприскорення:

$$L_w = 10 \lg W^2/W_0^2 = 20 \lg W/W_0,$$

де $W = (2\pi \cdot f^2 \cdot a)$ – віброприскорення (м/с^2), W_0 – граничне мінімальне значення віброприскорення, яке відчувається організмом людини.

Нормуються параметри вібрації відповідно до вимог ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми виробничої та загальної вібрацій» та ГОСТ 12.1.012-90 «Вибрационная безопасность. Общин требования».

Нормованими параметрами вібрації є середньоквадратичне значення віброшвидкості, її логарифмічний рівень або віброприскорення в октавних смугах частот (для загальної й локальної вібрації). Загальна вібрація нормується в октавних смугах з середньгеометричними частотами $f_{\text{сг}} = 1; 2; 4; 8; 16; 31,5; 63$ Гц. Локальна вібрація нормується в октавних смугах з середньгеометричними частотами $f_{\text{сг}} = 8; 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000$ Гц.

При оцінці вібрації за допомогою дози нормованим параметром є еквівалентне кориговане значення контрольованого параметра.

Для загальної й локальної вібрації залежність допустимих значень нормованого параметру V_t від часу фактичного впливу вібрації t на людину, що не перевищує 480 хв, знаходять за формулою

$$V_t = V_{480} \sqrt{480/t},$$

де V_{480} – допустиме значення нормованого параметра для тривалості впливу вібрації на людину $t = 480$ хв.

Сумарний час роботи в контактi з ручними машинами, що викликають вібрацію, не повинен перевищувати 2/3 робочої зміни. При цьому тривалість одноразового безперервного впливу вібрації, включаючи мікропаузи, що входять у дану операцію, не повинна перевищувати 15...20 хв.

Сумарний час роботи з ручним віброінструментом при восьмигодинному робочому дні й п'ятиденному робочому тижні, залежно від виду виконуваних робіт, не повинен перевищувати 15...30 % робочого часу. при роботі з віброінструментом маса устаткування, утримувана руками, не повинна перевищувати 10 кг, а сила натиску – 196 н.

Якщо в доповнення до вібрації на організм людини одночасно діють супутні негативні виробничі фактори (наприклад, знижена температура повітря, підвищений рівень шуму, загазо-

ваність, запиленість повітря), то необхідно розробляти спеціальні режими робочої зміни (додаткові технологічні перерви, зниження допустимого рівня вібрації нижче гранично допустимого рівня (ГДР) і т. п.).

7.4.2. Вимірювання вібрації

Вимірювання вібрації виконують відповідно до положень ГОСТ 12.3.012 – 75 ССБТ «Средства измерения и контроля вибрации на рабочих местах. Технические требования».

Для вимірювання загальної вібрації датчик вимірювального приладу закріплюють на робочій площадці чи сидінні оператора, а для контролю характеристик локальної вібрації – в місцях контакту рук працюючого з елементами обладнання.

Гігієнічну оцінку вібрації здійснюють такими методами: частотним (спектральним) аналізом; інтегральною оцінкою; дозною оцінкою.

Основним методом, що характеризує вплив вібрації на організм людини, є частотний аналіз – вимірювання логарифмічних рівней віброшвидкості (L_v) чи віброприскорення (L_w) на середньгеометричних частотах октавних смуг. Одержані величини представляють у графічному вигляді, як гістограми в координатах « L_v (L_w) – f_{cg} », де f_{cg} – середньгеометричні частоти октавних смуг. На цей графік наносять також значення ГДР вібрації для кожної середньгеометричної частоти, з урахуванням типу виробничого приміщення. Якщо гістограма реальних значень рівня вібрації (L_v чи L_w) перетинає графік залежності ГДР чи лежить нижче нього, то це свідчить про перевищення допустимого рівня вібрації. У цьому разі необхідно застосовувати відповідні заходи та засоби захисту працюючих. В протилежному разі, коли гістограма реальних значень рівня вібрації (L_v чи L_w) лежить нижче графіка ГДР, це вказує на допустимість вібраційного впливу на персонал.

Для загальної вібрації вимірювання виконують в триоктавних смугах частот.

Інтегральну оцінку вібрації застосовують, як орієнтовну.

Показник «доза вібрації» рекомендується використовувати для оцінки вібрації з урахування тривалості (часу) дії.

Дослідження вібрації виконують спеціальними приладами – вимірювачами шуму і вібрації.

7.4.3. Заходи й засоби захисту працюючих від дії вібрації

За організаційною ознакою заходи та засоби захисту від вібрації підрозділяють на заходи індивідуального та колективного захисту.

Відносно до джерела виникнення вібрації заходи колективного захисту поділяються на такі: зниження параметрів вібрації впливом на джерело виникнення; зниження інтенсивності вібрації на шляху її поширення від джерела виникнення.

Метод зниження параметрів вібрації впливом на джерело виникнення

Вплив на джерело виникнення вібрації зводиться до зміни: конструктивних елементів джерела вібрації; характеру сил і моментів, обумовлених робочим процесом у машині, що викликають вібрацію. Використовують також методи зрівноважування окремих деталей, вузлів машин і механізмів; відстройку по частоті робочого режиму обладнання від діапазону резонансних явищ.

Метод відстройки від режиму резонансу

Відстройка від режиму резонансу виконується за допомогою раціонального вибору маси й пружності коливної системи, або зміною частоти змущувальної сили.

Метод зниження інтенсивності вібрації на шляху її поширення

На шляху поширення вібрацію знижують за рахунок таких технічних рішень: використання додаткових пристроїв, що вбудовують в конструкцію машини (віброізоляційні, віброгасні); застосування покриття, що демпфує вібрацію; використання антифазної синхронізації джерел вібрації. Останній метод може бути реалізований тільки при парній кількості джерел вібрації, та за умови, що ці джерела характеризуються однаковими вібраційними характеристиками.

При проектуванні засобів віброзахисту у ряді випадків використовують комбінації вказаних методів.

Динамічне віброгасіння

Динамічне віброгасіння є також достатньо ефективним методом зниження рівня вібрації. Засоби динамічного віброгасіння за принципом дії підрозділяються на динамічні й ударні.

Згідно з конструктивним принципом існують пружинні, маятникові, ексцентрикові та гідравлічні динамічні віброгасники. Вони являють собою додаткову коливальну систему, що кріпиться на вібруючому агрегаті і побудовану таким чином, що в кожен момент часу збуджуються коливання, що знаходяться у протифазі з коливаннями агрегату. Ефективність дії віброгасників обмежується агрегатами з дискретною вібрацією практично однієї частоти.

Як ударні застосовують віброгасники маятникового, пружинного, плаваючого й камерного типу. Як правило, маятникові ударні віброгасники використовують для зниження вібраційних коливань з частотою 0,4...2 Гц, пружинні – 2...10 Гц, плаваючі – вище 10 Гц.

Віброгасники камерного типу найчастіше використовують для зниження вібрації компресорів. Вони встановлюються на всмоктувальній і нагнітальній стороні компресорних трубопроводів.

Метод віброізоляції

Метод віброізоляції полягає у зменшенні передачі інтенсивності коливань від джерела вібрації до об'єкта, що захищається, шляхом введення в коливальну систему додаткового пружного зв'язку. Цей зв'язок перешкоджає повній передачі енергії від коливного агрегату до основи (фундаменту) або від основи, яка генерує вібрацію, до людини чи до конструкцій, що захищаються. Віброізоляція здійснюється наступними шляхами: установкою джерела вібрації на віброізолятори; установкою пружних вставок у комунікаціях водопроводів; застосуванням пружних прокладок у вузлах кріплення воздуховодів, несучих перекриттях конструкцій будинків, у ручному механізованому інструменті і т. п.

Для віброізоляції стаціонарних машин, технологічного

обладнання з вертикальною змушувальною силою найчастіше застосовують гумові, пружинні та комбіновані віброізолятори.

Комбінований віброізолятор являє собою сполучення пружинного віброізолятора з пружною прокладкою, яка передбачена для забезпечення необхідного діапазону коливань, що гасяться. Пружні елементи таких віброізоляторів можуть бути металевими, полімерними, волокнистими, пневматичними, гідравлічними, електромагнітними.

Метод вібродемпфування

Метод вібродемпфування полягає у зменшенні рівня вібрації об'єкта, що захищається, за рахунок перетворення енергії механічних коливань коливної системи в теплову енергію. Вібродемпфуючі властивості матеріалів визначаються величиною коефіцієнта втрат (δ). Збільшення значення коефіцієнта δ забезпечує підвищення ефекту вібродемпфування.

Вібродемпфування реалізується такими шляхами: виготовленням вібродемпфуючих об'єктів з матеріалів, що характеризуються високим коефіцієнтом втрат (пластмаса, дерево, гума, капрон); нанесенням на коливні об'єкти покриття з матеріалів, що характеризуються високим коефіцієнтом втрат (т. н. вібродемпфуючі покриття).

Дія вібродемпфуючих покриттів заснована на ослабленні вібрації шляхом переходу коливальної енергії в теплову при пружних деформаціях матеріалу покриття. Ефективна дія вібродемпфуючих покриттів спостерігається на резонансних частотах несучої металевої конструкції.

Залежно від величини модуля пружності (E) вібродемпфуючі покриття підрозділяються на тверді ($E = 10^8 \dots 10^9$ Па) й м'які ($E < 10^8$ Па).

Дія твердих покриттів обумовлена деформаціями матеріалу в напрямку, рівнобіжному робочій поверхні, на яку воно наноситься. покриття цього типу рекомендується виконувати багат шаровими. коефіцієнт втрат (δ) багат шарових вібродемпфуючих покриттів знаходиться в межах від 0,15 до 0,40. корисна дія твердих покриттів виявляється, головним чином, в області низьких і середніх частот. До твердих покриттів відносяться тверді пластмаси, руберойд, бітумізована повсть, фольга, гідроізол, склоізол, фольгоізол та ін.

Дія м'яких покриттів обумовлена деформаціями матеріалу за товщиною. значення коефіцієнту втрат (δ) таких покриттів знаходяться в межах 0,05...0,5. До м'яких вібродемпфуючих покриттів відносяться м'які пластмаси, матеріали типу гуми (піноеласт, технічний вініпор), окремі види пластмас та пінопластмас. Корисна дія м'яких покриттів проявляється в області високих частот.

Листові м'які вібродемпфуючі покриття застосовують для зниження рівня вібрації при ручній ковці, обробці тонкостінних конструкцій малої твердості та ін.

Для зниження рівня вібрації об'єктів, що мають складну геометричну форму чи коли неможливо використовувати листові покриття, застосовують вібродемпфуючі мастики. Їх застосовують для зниження вібрації вентиляційних систем, відцентрових компресорів, насосів, трубопроводів. Найвища ефективність покриття з вібродемпфуючої мастики досягається при товщині покриття рівній двом – трьом товщинам демпфуючого елементу конструкції. Коефіцієнт втрат (δ) таких мастик лежить в межах від 0,3 до 0,45.

Індивідуальні засоби захисту працюючих від дії вібрації

Індивідуальні засоби захисту від дії вібрації за місцем контакту оператора з вібруючим об'єктом підрозділяються на такі види: для рук оператора – рукавиці чи рукавички з віброгасними долонями; віброгасні вкладиші; для ніг оператора – спеціальне взуття з віброгасною підошвою, виіброгасні наколінники; для тіла оператора – віброгасні нагрудники, пояси, спеціальні костюми.

Загальні вимоги до засобів індивідуального захисту від дії вібрації регламентуються ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ. «Засоби індивідуального захисту від вібрації. Загальні технічні вимоги».

Питання для самоперевірки до розділу 7.4

1. Навести визначення виробничої вібрації.
2. Класифікація виробничої вібрації за дією на організм людини.

3. Класифікація виробничої вібрації за способом передачі на організм людини.
4. Класифікація виробничої вібрації за спектральними характеристиками.
5. Класифікація виробничої вібрації за часовими характеристиками.
6. Дія вібрації на організм людини.
7. Якими абсолютними параметрами характеризується виробнича вібрація ?
8. Назвати відносні характеристики вібрації.
9. Нормування (встановлення гранично допустимих рівнів) виробничої вібрації.
10. Визначення допустимих значень вібраційних впливів на працюючих.
11. Колективні методи захисту від вібрації. Колективні засоби захисту від вібрації.
12. Суть методу відстройки від резонансної частоти.
13. Метод динамічного віброгасіння.
14. Метод віброізоляції.
15. Метод вібродемпфування.
16. Індивідуальні засоби захисту працюючих від впливу вібрації.

7.5. Виробниче освітлення

7.5.1. Вимоги нормативних документів до систем виробничого освітлення

Виробниче освітлення – це система заходів і пристроїв, що забезпечують сприятливу роботу зорового аналізатора людини та виключають шкідливий або небезпечний вплив світла на нього в процесі праці.

Освітлення у виробничих будинках і на відкритих площах здійснюється природним і штучним світлом. При недостатності природного застосовують сполучене освітлення, при якому у світлий час доби використовується одночасно природне та штучне освітлення.

Нормуються всі види освітлення за характеристикою зорової роботи (ступеня її точності) відповідно до вимог СНиП II-4-79 «Природне і штучне освітлення. Норми проектування», згідно з яким для створення нормальних умов роботи зорового аналізатора людини в процесі праці повинні виконуватися такі основні вимоги: освітленість на робочих місцях має відповідати характеру зорової роботи (забезпечення необхідної освітленості робочих поверхонь поліпшує умови бачення об'єктів, підвищує продуктивність праці); рівномірний розподіл яскравості на робочій поверхні (при нерівномірній яскравості в процесі роботи око змушене переадаптуватися, що веде до стомлення зорового аналізатора); відсутність різких тіней на робочих поверхнях (у полі зору людини різкі тіні спотворюють розміри й форми об'єктів розрізнення, що додатково втомлює зір, а тіні, що рухаються, можуть призвести до травм); відсутність блискості й засліпленості (блискість викликає порушення зорових функцій, а засліпленість – призводить до швидкого стомлення зорового аналізатора і зниження працездатності людини); сталість освітленості в часі (коливання освітленості викликає переадаптацію ока, призводить до значного стомлення); правильна передача кольору (спектральний склад штучних джерел світла повинен бути максимально наближений до спектра природного освітлення); забезпечення електро-, вибухо- і пожежонебезпечності; економічність.

7.5.2. Основні світлотехнічні величини

Світло, а отже і зорова інформація про навколишній світ, що сприймається оком людини, передається по зоровому нерві в спеціальний відділ кори головного мозку, в якому формується суб'єктивний зоровий образ. У процесі праці людина через зоровий аналізатор сприймає виробничу обстановку, предмети праці, які називають об'єктами розрізнення.

Для того, щоб людина могла якісно виконувати зорову роботу, необхідні певні характеристики світлових приладів і системи освітлення, що повинні відповідати параметрам об'єкта розрізнення і конкретним умовам праці.

Основними світлотехнічними величинами, що кількісно характеризують вплив світлового випромінювання на око людини, є наступні:

Сила світла (I) – просторова щільність світлового потоку, що визначається відношенням світлового потоку (F) до тілесного кута (ω), в якому він поширюється. За одиницю сили світла прийнята кандела (кд). Кандела являє собою силу світла точкового джерела, що випускається в перпендикулярному напрямку з площі в $1/600000 \text{ м}^2$ чорного тіла при температурі затвердіння платини $T = 2042 \text{ К}$ і атмосферному тиску $P = 101,325 \text{ КПа}$.

Світловий потік (F) – це потік випромінювання, що оцінюється за його дією на очі людини. За одиницю світлового потоку прийнятий люмен (лм). Люмен відповідає світловому потоку, що випромінюється в одиничному тілесному куті точковим ізотропним джерелом із силою світла 1 кандела.

Освітленість (E) – поверхнева щільність світлового потоку, перпендикулярного поверхні освітлення. Одиниця виміру – люкс (лк). За люкс прийнята освітленість поверхні площею 1 м^2 світловим потоком 1 лм. Освітленість поверхні не залежить від її світлових властивостей. Якість виробничого освітлення прийнято характеризувати необхідною освітленістю робочих поверхонь і ділянок. Освітленість робочої зони вимірюють за допомогою приладів – люксметрів.

Тло – поверхня, що безпосередньо прилягає до об'єкта розрізнення. Тло вважають світлим при $\rho > 0,4$, середнім при $0,4 \geq \rho > 0,2$ і темним при $\rho < 0,2$, де ρ – коефіцієнт відбиття поверхні.

Основними показниками, що визначають працездатність зорового аналізатора людини, є: контрастність; гострота зору;

ймовірність розрізнення; час зорового сприйняття; поле зору; ступінь засліпленості.

Контрастність (K) об'єкта спостереження визначається як відношення різниці між яскравістю об'єкта розрізнення ($B_{\text{п}}$) і тла ($B_{\text{ф}}$) до яскравості об'єкта розрізнення або тла:

$$K_{\text{пр}} = (B_{\text{ф}} - B_{\text{п}})/B_{\text{ф}} \text{ або } K_{\text{обр}} = (B_{\text{п}} - B_{\text{ф}})/B_{\text{п}}.$$

Контраст вважають великим ($K > 0,5$), якщо об'єкт і тло значно відрізняються за яскравістю; середнім ($0,2 < K < 0,5$), якщо різниця яскравості об'єкта розрізнення і тла досить помітна, і малим ($K < 0,2$), якщо різниця яскравості $B_{\text{п}}$ і $B_{\text{ф}}$ ледь помітна.

При розробці системи виробничого освітлення необхідно обов'язково враховувати особливість процесу адаптації ока. При переході від високої яскравості до практичної темряви процес адаптації відбувається повільно і складає 60...90 хв. Зворотний процес відбувається швидше – 5...10 хв. У період процесу адаптації око працює зі зниженою працездатністю, тому необхідно уникати створення умов, що вимагають частой «глибокої» переадаптації.

Розглянуті основні характеристики працездатності ока взаємозв'язані та взаємозалежні.

Одним з основних факторів сприятливого функціонування зору є достатня яскравість або освітленість робочих поверхонь і їх ділянок. При незадовільних характеристиках освітленості виробниче освітлення може бути шкідливим чи небезпечним виробничим фактором.

При незадовільній освітленості погіршуються умови для здійснення зорових функцій і життєдіяльності організму: з'являються стомлення, очні хвороби, головні болі, що може бути непрямою причиною нещасних випадків. Погано освітлені небезпечні зони, прожектори і лампи, що засліплюють, відблиски від них, різкі тіні погіршують або можуть викликати втрату орієнтації працюючих.

7.5.3. Природне освітлення

Природне освітлення, створюване денним світлом (небозводом), найбільш благотворно діє на людину, не вимагає витрат енергії.

Природне освітлення у виробничих приміщеннях залежить: від кліматичних і сезонних умов, часу доби; від напрямку надходження світлового потоку. При цьому воно може бути бічним, верхнім або комбінованим.

Бічне освітлення здійснюється через вікна у стінах, верхнє – через верхні світлові прорізи, скляні ліхтарі. Сполучення бічного й верхнього освітлення називають комбінованим. Верхнє і комбіноване природне освітлення мають перевагу, тому що забезпечують більш рівномірне освітлення приміщень. Бічне освітлення створює значну нерівномірність в освітленні ділянок, розташованих поблизу вікон і віддалених від них.

Нормування природного освітлення

Оскільки природне освітлення постійно змінюється протягом дня залежно від погоди й інших факторів, то для його нормування, згідно із СНиП II-4-79, прийнятий коефіцієнт природної освітленості (КПО). Він виражається у відсотках і визначається відношенням освітленості у певній точці приміщення E_v (лк) до одночасної зовнішньої освітленості горизонтальної поверхні розсіяного світла небозводу E_n (лк).

$$e_n = \text{КПО} = (E_v/E_n) \cdot 100, \%$$

КПО вказує, яка частина зовнішнього дифузійного світла небозводу (у відсотках) забезпечує освітлення у визначеній точці всередині приміщення. При цьому, внутрішня освітленість (E_v) повинна вимірюватися в наступних точках виробничого приміщення (рис. 7.1). КПО нормується залежно від характеру зорової роботи, розташування світлових прорізів у приміщенні й номера світлового пояса, в якому розташоване приміщення. Територія СНД умовно розділена на п'ять світлових поясів (географічних районів), розташованих з півночі на південь.

У діючому ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення» нормативні значення КПО наведені для середнього світлового пояса, тому для приміщень, розташованих в I, II світлових поясах $\text{КПО}^i (e_{n,ф}^i)$ визначають з залученням наступної формули:

$$e_{н.ф}^i = e_n \cdot m_i \cdot N,$$

де e_n – значення КПО за табл. 1 и 2; m_i – коефіцієнт світлового клімату за табл. 4; N – номер групи забезпеченості природнім світлом за табл. 4. Номери таблиць вказані згідно з ДБН В.2.5-28-2006. Розрахункові значення КПО слід округляти до десятих долей.

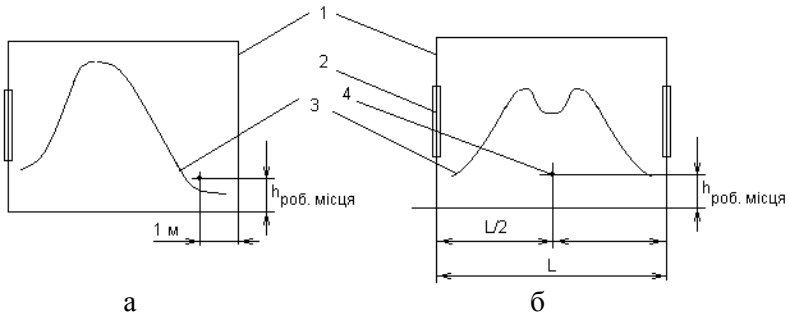


Рис.7.1 - Графічне зображення розподілу природної освітленості в приміщенні: а – в приміщенні з одностороннім боковим освітленням; б – в приміщенні з двостороннім боковим освітленням;
1 – розріз виробничого приміщення; 2 – світлові прорізи (вікна);
3 – криві розподілу освітлення; 4 – точка, в якій потрібно вимірювати величину E_v

Залежно від номера світлового пояса величину коефіцієнту світлового клімату m визначають згідно даних табл. 4 ДБН В.2.5-28-2006. Алгоритм визначення КПО наведений на рис. 7.2.

Для забезпечення нормованої величини КПО необхідно реалізувати відповідну площу світлових прорізів (вікон) у приміщенні. На практиці світлотехнічний розрахунок зводиться до визначення площі та конструкції світлових прорізів відповідно до нормативів, передбачених ДСН.

Сумарна площа світлових прорізів (S), що необхідна для забезпечення потрібного бічного освітлення, розраховується за наступною формулою:

$$S = S_n \cdot e_{н.ф} \cdot \eta_{про} \cdot k_{буд} \cdot k_3 / (100 \cdot \tau_{про} \cdot y_1),$$

де S_n – площа приміщення; $e_{н.ф}$ – нормативне значення КПО,

з урахуванням значень коефіцієнтів m^i і N ; $\eta_{\text{про}}$ – світлова характеристика віконних прорізів; $k_{\text{буд}}$ – коефіцієнт, що враховує затінення вікон; k_z – коефіцієнт запасу, що залежить від запилення приміщення, розташування вікон і періодичності їх очищення; $\tau_{\text{об}}$ – загальний коефіцієнт пропускання світла; y_1 – коефіцієнт, що враховує світло, відбите сусідніми конструкціями.



Рис. 7.2. Алгоритм визначення коефіцієнта природної освітленості (КПО)

У тому разі, якщо недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним, то така система освітлення називається сполученою. Сполучене освітлення, як і природне, також нормується за допомогою визначення КПО. Сполучене освітлення застосовують у виробничих приміщеннях, де виконуються зорові роботи високої точності, а також у приміщеннях, що характеризуються великою шириною.

7.5.4. Штучне освітлення

Класифікація систем штучного освітлення

За функціональним призначенням штучне освітлення підрозділяється на такі типи: робоче, аварійне, евакуаційне, охоронне.

Робоче освітлення створює необхідні умови для нормальної трудової діяльності людини

Аварійне освітлення включають при виході з ладу робочого освітлення. Світильники аварійного освітлення живляться від автономного джерела й повинні забезпечувати освітленість не менше 5 % величини робочого освітлення, але не менше 2 лк на робочих поверхнях і не менше 1 лк на території підприємства. Аварійне освітлення передбачається на підприємствах, де зупинка технологічних процесів може призвести до людських жертв або значних економічних втрат.

Охоронне освітлення передбачається для території підприємств, а також включається в неробочий час для освітлення приміщень. З цієї метою використовується частина світильників робочого або аварійного освітлення.

Евакуаційне освітлення призначене для евакуації людей і матеріальних цінностей під час виникнення небезпеки. Воно передбачається у виробничих приміщеннях з кількістю працюючих більше 50 чол., а також у приміщеннях цивільних і допоміжних будинків підприємств, якщо в них одночасно знаходиться більше 100 чол. Така система повинна забезпечувати освітленість на полу основних переходів не менше, ніж 0,5 лк, а на відкритих територіях – не менше 0,2 лк.

За розміщенням джерел світла штучне освітлення поділяється на загальне, місцеве й комбіноване.

При загальному освітленні світильники розташовують у верхній зоні приміщення. Загальне освітлення, у свою чергу, поділяється на рівномірне, коли світильники розташовані на однаковій відстані один від одного у верхній частині приміщення, і локальне, коли щільність розміщення світильників неоднорідна й відповідає розташуванню устаткування в приміщенні.

При місцевому освітленні світильники розміщують безпосередньо над робочою поверхнею. При недостатньому рівні загального освітлення, місцева освітленість робочого місця й навколишнього простору значно відрізняються, що створює несприятливі умови праці й підвищує небезпеку травматизму. Тому на підприємствах використання тільки місцевого освітлення заборонено.

Поєднання системи місцевого й загального освітлення називається комбінованим освітленням.

Нормування штучної освітленості

Нормування штучної освітленості виконують в такий спосіб. Визначають точність виконуваної зорової роботи (за найменшим розміром об'єкта розрізнення); за цією характеристикою визначають розряд і підрозряд зорових робіт з урахуванням характеристик тла й контрасту об'єкта розрізнення з тлом. Сукупність цих характеристик дозволяє визначити величину нормативної освітленості (E_n).

Алгоритм визначення нормованої штучної освітленості наведений на рис. 7.3.

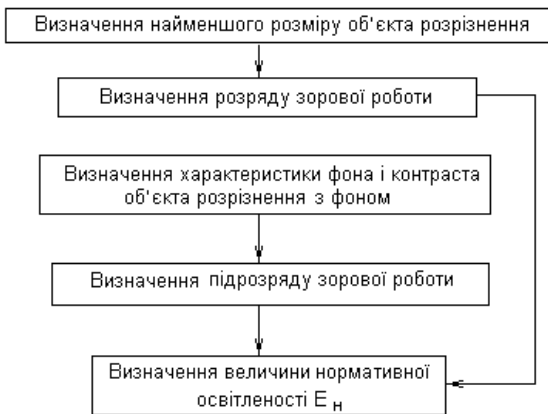


Рис. 7.3 - Алгоритм визначення величини нормованої освітленості (E_n) при штучному освітленні

Розрахунок системи штучного освітлення

Розрахунок системи штучного освітлення зводиться до вибору системи освітлення, визначення типу й необхідної кількості світлових приладів (ламп) та світильників.

Розрахунок освітлювальної установки може бути виконаний різними способами, що базуються на двох основних методах: світлового потоку (коефіцієнта використання світлового потоку) і точкового.

Метод світлового потоку (коефіцієнта використання) застосовують для розрахунку системи загального рівномірного освітлення. Він дає змогу визначити світловий потік джерел світла, необхідний для створення нормованого освітлення горизон-

тальної площі (S), з урахуванням прямого й відбитого потоків світла. Необхідний світловий потік Φ_p визначають за формулою:

$$\Phi_p = E_n \cdot K \cdot S \cdot Z / (N \cdot \eta \cdot \nu),$$

де E_n – нормативна освітленість, лк (за СНиП II-4-79); $K = 1,2 \dots 2,0$ – коефіцієнт запасу, що враховує запиленість приміщення (і, як наслідок, – світильників) і зниження світлового потоку світлових приладів у процесі їх експлуатації; S – площа, що освітлюється, m^2 ; $Z = 1,0 \dots 1,15$ – коефіцієнт, що характеризує нерівномірність освітлення; N – прийнята кількість світильників; $\nu = 0,8$ – коефіцієнт затінення (для приміщень з фіксованим розташуванням працюючих); η – коефіцієнт використання світлового потоку світильників на розрахунковій площі. Величину цього коефіцієнта визначають залежно від типу світильника, коефіцієнтів відбиття полу, стін, стелі й індексу приміщення

$$\eta = A \cdot B / h(A + B),$$

де A та B – розміри приміщення в плані; h – висота підвісу світильників над робочою поверхнею, м.

Обчислений світловий потік (Φ_p) світильника порівнюють із світловими потоками існуючих світлових приладів ($\Phi_{\text{факт}}$) і приймають значення, найближче до розрахункової величини. При цьому допустиме відхилення $\Phi_{\text{факт}}$ від Φ_p повинне складати не більше ($-10 \dots +20\%$). У результаті цього етапу розрахунку системи освітлення здійснюють і вибір світлових приладів (ламп).

Питання для самоперевірки до розділу 7.5

1. Які основні вимоги ставляться до систем виробничого освітлення?
2. Наведіть основні світлотехнічні величини.
3. Які показники характеризують працездатність зорового аналізатора людини?
4. В чому виражається вплив незадовільної освітленості робочого місця на людину?
5. Класифікація типів природного освітлення.
6. Методика нормування природного освітлення.

7. Наведіть методику розрахунку потрібної площі світлових прорізів у виробничому приміщенні.
8. Як нормується сумісне освітлення?
9. Класифікація систем штучного освітлення за функціональним призначенням.
10. Класифікація штучного освітлення за типом розташування джерел світла.
11. Як нормується штучна освітленість?
12. Навести методику розрахунку системи штучного освітлення методом коефіцієнта використання світлового потоку.

7.6. Основи безпеки праці

Безпека виробничих процесів забезпечується устаткуванням в безпечному виконанні та беззаперечним виконанням та використанням заходів і засобів з охорони праці. Безпека устаткування повинна забезпечуватися, в основному, врахуванням вимог безпеки праці при його використанні на етапі його проектування.

7.6.1. Вимоги безпеки до виробничих процесів та устаткування

Загальні вимоги безпеки до виробничих процесів та устаткування визначені ГОСТ 12.3.003-75*. Вони включають такі положення:

- усунення безпосереднього контакту працюючих з вихідною сировиною, напівфабрикатами, готовою продукцією й відходами виробництва, що шкідливо впливають на організм людини;
- заміна технологічних процесів і операцій, що є джерелом небезпечних і шкідливих виробничих факторів, процесами й операціями, в яких зазначені фактори відсутні або мають допустиму інтенсивність стосовно здоров'я працюючих;
- комплексна механізація й автоматизація виробництва;
- застосування дистанційного керування технологічними процесами й операціями при наявності небезпечних і шкідливих виробничих факторів;
- герметизація устаткування, що є джерелом шкідливих речовин;
- впровадження систем контролю й керування технологічним процесом, що забезпечують захист працюючих і аварійне відключення виробничого обладнання від системи живлення;
- своєчасне одержання інформації про виникнення небезпечних і шкідливих виробничих факторів на окремих операціях за допомогою автоматичних контрольно-вимірювальних пристроїв і систем;

- раціональна організація праці й відпочинку з метою профілактики монотонності чи гіподинамії, обмеження важкості праці;
- своєчасне видалення і знешкодження відходів виробництва, що є джерелами небезпечних і шкідливих факторів;
- застосування методів колективного захисту працюючих;
- забезпечення пожежної й вибухової безпечності.

При визначенні необхідних засобів захисту працюючих необхідно керуватися відповідними стандартами системи безпеки праці (ССБП), безпеки виробничих процесів і виробничого устаткування, що застосовується в цих процесах [8].

Вимоги безпеки праці при протіканні технологічного процесу повинні передбачатися в технологічній документації.

Заходи щодо забезпечення пожежної безпеки виробничих процесів мають відповідати ГОСТ 12.1.004-91, а вибухобезпечності – ГОСТ 12.1.010-76.

Виробничі будинки й споруди, залежно від обраного архітектурно-будівельного й об'ємно-планувального рішення, можуть впливати на такі фактори умов праці, як освітлення, шум, мікроклімат, вміст шкідливих домішок у повітряному середовищі, виробнича вібрація. Крім того, неправильне колірне або архітектурне оформлення інтер'єра виробничих приміщень і території підприємств може призвести до несприятливого психологічного впливу на працюючих.

Правильна організація робочих місць включає також врахування ергономічних вимог до організації робочого місця, передбачених ГОСТ 12.2.049-80. Виконання цих вимог забезпечує економію рухів працюючого, виключення незручних поз при обслуговуванні устаткування, правильне компонування пультів керування і т. п.

Розташування виробничого обладнання, матеріалів, заготовок, готової продукції й відходів виробництва в приміщеннях і на робочих місцях не повинне створювати небезпеку для працюючих. Відстань між одиницями устаткування, а також між обладнанням і стінами виробничих приміщень, будинків та споруд повинна відповідати вимогам діючих норм технологічного проектування, будівельним нормам і правилам.

7.6.2. Вимоги безпеки при транспортуванні вантажів

При транспортуванні вантажів необхідно забезпечувати:

- використання безпечних транспортних комунікацій;
- застосування засобів пересування вантажів, що виключають виникнення небезпечних і шкідливих виробничих факторів;
- механізацію й автоматизацію перевезень.

У формуванні безпечних умов праці велике значення мають навчання та інструктаж працюючих з безпечних методів проведення робіт, а також урахування медичних протипоказань до використання персоналу в окремих технологічних процесах.

В цьому плані важливими також є психологічний та соціальний фактори, що включають відношення власника підприємства (організації, установи), працюючого до дотримання нормативів та правил охорони праці, прийомів безпечного виконання робіт на кожному робочому місці, використання індивідуальних засобів захисту. Для підвищення рівня самоорганізації працюючих з дотримання вимог безпеки праці та технологічних процесів немаловажну роль відіграють засоби наглядної агітації та тематичні лекції з питань охорони праці, що включають статистичні дані з виробничого травматизму та професійних захворювань як на Україні, так в зарубіжних країнах.

Питання для самоперевірки до розділу 7.6

1. На якому етапі повинні вирішуватися питання забезпечення безпеки праці?
2. Викладіть загальні вимоги безпеки до виробничих процесів.
3. Як позначається виконання ергономічних вимог до організації робочого місця на процесі праці ?
4. Викладіть вимоги безпеки при транспортуванні вантажів.

7.7. Організація безпечного виконання робіт з класного анкерного кріплення технологічного обладнання й металевих конструкцій до фундаментів

7.7.1. Документація з організації безпечних умов праці

Питання забезпечення безпеки й виробничої санітарії розробляють у наступній проектно-технологічній документації:

- проектах організації будівництва (ПОБ) і провадження робіт (ППР);
- спеціальних проектних документах;
- типових проектах безпеки провадження робіт по будівництву типових об'єктів і прокладці магістральних комунікацій;
- альбомах типового інвентарю, пристосувань та інструментів для безпечного провадження робіт;
- схемах комплексної механізації з виконання найбільш складних і небезпечних видів будівельно-монтажних робіт;
- альбомах по зведенню будинків і споруд з уніфікованих габаритних схем.

При виконанні підготовчих робіт і кріплення технологічного обладнання й металевих конструкцій до фундаментів та при реконструкції діючих промислових підприємств до розробки ПОБ і ППР пред'являються додаткові вимоги з урахуванням особливостей даного виду будівництва.

Для розробки ПОБ замовник повинен додатково надати проектній організації наступні вихідні дані: склад відособлених технологічних переділів підприємств, можлива послідовність їхньої реконструкції й тривалість зупинки кожного технологічного переділу для виконання будівельно-монтажних робіт; послідовність розбирання й перекладки інженерних мереж, місць підключення тимчасових мереж водо-, електро-, газопостачання й т.п., а також обсяг енергоресурсів, що надаються замовником; перелік виробничих і санітарно-побутових приміщень, які надаються будівельним організаціям на період провадження робіт з реконструкції та кріплення технологічного обладнання й металевих конструкцій до фундаментів з використання клеїв, умови надання будівельникам технологічного транспорту підприємства (рейкових, автомобільних, мостового чи інших кранів і ін.);

умови використання робочих підприємства на будівельно-монтажних роботах; дані про зони з високими температурами, загазованістю, вибухо- і пожежонебезпечними речовинами, обмеження на виробництво спеціальних видів робіт (буровибухові, вогневі, газозварочні, безтраншейну прокладку труб і т.д.); характер покриття доріг і площадок у місцях планованого виробництва земляних робіт; місця розташування споруд, ушкодження яких при виконанні будівельно-монтажних робіт може викликати важкі наслідки й людські жертви (склади ГЗМ, трубопроводи для транспортування газу, лінії електропередачі), а також доріг на території реконструйованого підприємства, зелених насаджень та інших елементів благоустрою.

Проект провадження робіт на реконструкцію, кріплення технологічного обладнання й металевих конструкцій до фундаментів промислового підприємства розробляється у тому ж обсязі, що й на нове будівництво, але з урахуванням особливостей провадження робіт на діючому підприємстві.

***Організаційні заходи з охорони праці при
реконструкції промислових підприємств,
кріпленні технологічного обладнання й
металевих конструкцій до фундаментів***

Відповідальність за підготовку й дотримання заходів, що забезпечують безпеку праці всіх працюючих на місці виконання робіт, рівною мірою несуть керівники будівельно-монтажних організацій і діючого підприємства.

Розроблені заходи узгоджують з керівниками цехів і виробництв, на території яких будуть виконуватися роботи. Загальне керівництво розробкою заходів і контроль за виконанням будівельно-монтажних робіт здійснює генеральна підрядна будівельна організація, а з заходів по забезпеченню безпеки протікання технологічного процесу в цехах – дирекція підприємства. Весь комплекс заходів затверджують головні інженери генпідрядної будівельно-монтажної організації й підприємства, що реконструюється [15].

На основі узагальнення досвіду роботи будівельно-монтажних організацій і рекомендацій розроблені паспорти безпечної організації праці при виконанні окремих видів робіт в умовах реконструкції промислових підприємств, кріпленні технологічного обладнання й металевих конструкцій до фундамен-

тів у яких відбиті всі заходи щодо охорони праці, об'єднані в єдину систему, що дозволяє управляти цим процесом і створювати безпечні й нешкідливі умови праці.

Для працівників будівельно-монтажних організацій, що беруть участь у реконструкції, кріпленні технологічного обладнання й металевих конструкцій до фундаментів оформляють пропуски на діюче підприємство. Ці працівники повинні перебувати тільки на тих об'єктах і робочих місцях, які передбачені планом робіт. Самовільний вхід працівників будівельно-монтажних організацій у діючі цехи забороняється.

При виникненні в ході робіт з реконструкції непередбачених ситуацій (аварії на діючих трубопроводах, виявлення газу, аварійний стан конструкцій), що створюють небезпеку для працюючих, роботи необхідно призупинити до одержання вказівок, що такі ситуації усунені, лінії електроживлення знеструмити, двигуни внутрішнього згоряння виключити. Припинення робіт у цьому випадку оформляється актом, що підписують виконавці робіт і представники підприємства, що реконструюється.

Перед початком робіт на території діючого цеху відповідальний представник генеральної підрядної організації й начальник цеху оформляють дозвіл на виробництво таких робіт актом-допуском у відповідності зі СНиП III-4-80*. Рекомендується, щоб в оформленні акту-допуску брали участь і субпідрядні організації. Оцінку про виконання заходів, намічених в акті-допуску, роблять на звороті особи, що підписали його.

До початку робіт у місцях, де є або може виникнути виробнича небезпека, не пов'язана з характером виконуваних робіт, згідно СНиП III-4-80* (дод. 2) робітникам повинен бути виданий письмовий наряд-допуск, що визначає безпечні умови виконання робіт з вказівкою в ньому небезпечних зон і необхідних заходів щодо забезпечення безпеки праці. Наряд-допуск видається на строк, необхідний для виконання даного обсягу робіт. При зміні умов провадження робіт наряд-допуск анулюють, а перед їхнім поновленням – видають новий.

Наряд-допуск підписується відповідальною особою будівельно-монтажної організації й відповідальним представником підприємства. При цьому відповідальність за повноту забезпечення зазначених в наряді-допуску заходів безпеки праці несуть керівники діючого підприємства й будівельно-монтажної організації.

Видачу наряду-допуску реєструють у журналі.

Ступінь небезпеки робіт установлюється головним інженером будівельно-монтажної організації. У відповідності зі СНиП III-4-80* до робіт з підвищеною небезпекою відносяться роботи:

- будівельних машин (кранів, екскаваторів та ін.) усередині цехів, поблизу неізольованих струмопроводів, що перебувають під напругою (тролеї, шини й т. п.);
- монтажні й демонтажні усередині діючих електропідстанцій;
- у загазованих приміщеннях, закритих ємностях, що вимагає зниження вмісту газу в повітряному середовищі до допустимих норм за рахунок установки приточно-втяжної вентиляції;
- у приміщеннях з вибухо- і вибухопожежним середовищем;
- у приміщеннях з виробництвами, що характеризуються такою інтенсивністю виділення пилу, що вимагає пристрою вентиляції, аспірації, додаткового освітлення чи проведення інших заходів з охорони праці;
- у діючих цехах з інтенсивним рухом внутрішньоцехового транспорту;
- у діючих гарячих цехах металургійних підприємств поблизу розплавленого й металу, що остигає;
- у будинках, спорудах і конструкціях, що перебувають у аварійному стані, виконувани за спеціальною програмою;
- в умовах, де є, або може виникнути, небезпека, пов'язана з експлуатацією цеху або виконанням спеціальних робіт.

Таким чином, роботи з реконструкції промислових підприємств, кріплення технологічного обладнання й металевих конструкцій до фундаментів з використанням клеїв також відносяться до робіт з підвищеною небезпекою й підлягають оформленню за нарядом-допуском.

7.7.2. Забезпечення безпеки праці при виконанні робіт з розбирання чи реконструкції фундаментів при кріпленні технологічного обладнання

Розбирання чи реконструкція фундаментів є досить поширеними роботами, що виконують при реконструкції промислових підприємств, кріпленні технологічного обладнання й металевих конструкцій до фундаментів з використанням клеїв. Такі роботи починають після передачі об'єкта замовником підрядникові для виробництва ремонтно-будівельних робіт [19].

До початку їхнього розбирання виконують підготовчі роботи, що передбачують в ППР:

- установлюють огороження на межах небезпечних зон відповідно до положень ГОСТ 23407-78;
- залежно від розташування входів, а також ступеня стійкості фундаментів, що розбираються, встановлюють настили й козирки та визначають місця проходу працюючих на ділянку провадження робіт;
- вивішують у проходах, що передбачені для слідування працюючих до місця розбирання фундаментів, попереджувальні плакати й написи про заборону входу на територію робіт стороннім особам, організують для цього відповідний нагляд;
- відключають магістральні водопровідні, електричні, газові, теплофікаційні, каналізаційні й інші мережі, вживають необхідних заходів проти їхнього ушкодження;
- споруджують необхідні для провадження робіт постійні й тимчасові під'їзні колії й автодороги до ділянки;
- прокладають інженерні мережі (електричні, водопровідні й ін.);
- переносять у натуру й закріплюють проектні осі;
- організують санітарно-побутові приміщення (тимчасові чи постійні) для працюючих;
- установлюють будівельні машини, устаткування, передбачені ППР і технологічними картами;
- розміщують у зоні провадження робіт інвентар, пристосування й засоби для безпечного провадження робіт;
- передбачають заходи попередження раптових обвалень у місцях розбирання або у тих, що примикають до них (установка тимчасових кріплень, закладення прорізів у підвалах, тунелях і т. п.).

Перед початком роботи з розбирання фундаменту, наприклад, з метою його посилення, для уточнення проектних рішень і передбаченого кошторисом виходу матеріалу виконують

повторний його огляд за участю представника виробничого відділу будівельної організації, виконавця робіт і бригадирів. Особливу увагу звертають: на загальний стан конструкцій і елементів будинку, особливо суміжних з конструкціями, що підлягають розбиранню; наявність зв'язку між ними; їхню міцність і стійкість; на причини, що викликають обвалення. За результатами обстеження при необхідності вживають додаткових заходів попередження раптових обвалень, не передбачених проектом провадження робіт.

7.7.3. Забезпечення безпеки праці при експлуатації лебідок

Одним з поширених засобів малої механізації, що полегшують виконання робіт з переміщення вантажів, є лебідки. При монтажних і демонтажних роботах в умовах діючого підприємства необхідно використовувати лебідки з електричним чи ручним приводом з зубчатою або черв'ячною передачею. Використовувати лебідки з фрикційними й пасовими передачами забороняється.

Організаційні заходи з охорони праці при експлуатації лебідок

До роботи на електричній лебідці допускаються робітники, що пройшли спеціальне навчання, що мають посвідчення на право керування й групу з електробезпеки не нижче II. На кожній лебідці повинен бути інвентарний номер, зазначені дата наступного випробування й вантажопідйомність, прізвище відповідального за експлуатацію. Якщо вони відсутні, працювати на лебідці забороняється.

При керуванні такою лебідкою необхідно дотримуватись наступних правил:

- всі команди про підйом або опускання вантажів подає одна особа, за винятком сигналу «Стоп», що виконує машиніст незалежно від того, як і ким він був поданий;
- змінювати хід лебідки з прямого на зворотний треба тільки після попередньої зупинки лебідки;
- опускання вантажу необхідно робити тільки при включеному електродвигуні на зворотний хід;

- вантаж, маса якого близька до граничної вантажопідйомності, піднімають на висоту 100...200 мм від землі, а після перевірки стійкості лебідки, натягу канату й дії гальм, піднімають далі на необхідну висоту;
- якщо вантаж піднімають одночасно двома лебідками, їх конструкції підбирають з таким розрахунком, щоб швидкості навівання тросів на барабани обох лебідок були однаковими;
- при пуску лебідки її контролер включають плавно, без ривків.

Як монтажні лебідки в ряді випадків можуть бути використані вантажні лебідки трубоукладачів, монтажних кранів і т. п. У цих випадках перевіряють відповідність характеристик такелажного оснащення, тому що при проектуванні його розраховують на використання з монтажними лебідками, швидкість яких значно менше швидкостей лебідок перерахованих машин. Таким чином це викликано збільшенням динамічного навантаження на такелажне оснащення при виконанні робіт.

Лебідку встановлюють поза зоною підйому вантажу так, щоб з робочого місця забезпечувалася можливість спостереження за переміщенням вантажем.

Технічні заходи з охорони праці при експлуатації лебідок

Лебідки встановлюють і закріплюють на фундаменті або рамі, а для стійкості закріплюють якорями або укладають баласт безпосередньо на раму. Маса баласту визначають за формулою:

$$G = Q \cdot a / b,$$

де Q – маса вантажу; a – плече (висота розташування каната від фундаменту (рамі) лебідки) ; b – плече по горизонталі від місця закріплення лебідки до ребра перекидання.

Навантаження лебідки визначають за розривним зусиллям каната:

$$P = K \cdot F,$$

де P – розривне зусилля каната в цілому; K – коефіцієнт запасу міцності, рівний 3,5...4,0; F – тягове зусилля або маса вантажу.

Допускається закріплювати лебідки за конструкції існуючих прольотів промислових будинків з дозволу виконавця робіт або майстра. Закріплювати лебідки до будівельних конструкцій, покладених у штабелі на площадці, а також установ-

лювати якоря в місцях проходження підземних інженерних комунікацій (особливо електрокабелів) забороняється.

Перед підключенням електричної лебідки до мережі заземлюючий затискач (болт) її корпусу приєднують до контуру захисного заземлення при живленні від мережі з ізолюованою нейтраллю або до нульового захисного проводу мережі з глухо-заземленою нейтраллю. Як контур захисного заземлення можуть бути використані металоконструкції будинку, встановлені на залізобетонні фундаменти. Живильний кабель захищають від механічних ушкоджень, наприклад, дерев'яним коробом. Рубильники, магнітні пускачі й запобіжники обладнують запірними пристроями.

Всі обертові частини лебідок закривають міцно укріпленими металевими знімними огороженнями, що допускають при необхідності їх зручний огляд і змащення. На огороженнях повинні бути встановлені блокуючі пристрої, що забезпечують відмикання лебідки від мережі живлення при несанкційованому доступі.

Справність гальм лебідки перевіряють перед початком її роботи пробним включенням без навантаження. Гальмо повинне розгальмовуватися електромагнітом чи електрогідроштовхачем при включенні електромотора.

Під час підготовки лебідки до роботи необхідно стежити за правильними довжиною вантажного каната та кріпленням його кінця до барабана. Вони повинні бути такими, щоб при найбільшому підйомі вантажу по висоті або видаленні по горизонталі на барабані залишалося нерозмотаним не менше, ніж 1,5 витка каната, а його кінець був надійно закріплений на валу барабана. Кріпити канат до шестірні барабана забороняється.

Закріплення й розташування каната на барабані електричної лебідки повинне виключати можливість його спадання, перетирання або зсуву за реборди барабана. Після укладання верхнього ряду каната на барабані до верхнього краю реборди повинен залишатися простір, не менше, ніж на два діаметри каната. Лебідку, як правило, встановлюють так, щоб канат сходив з нижньої частини барабана в горизонтальному напрямку. Якщо канат з барабану сходить інакше, то кріплення лебідки розраховують з урахуванням такої сили дії каната. В таких випадках для зменшення відриваючого зусилля, збігаючий кінець каната пропускають паралельно площині установки лебідки. Це реалізують

шляхом установки обвідного блоку на відстані більше 20 довжин барабана лебідки. Недотримання умови горизонтальності закріплення лебідки відносно вантажу, що переміщують з її допомогою, може призвести до однобічної навивки каната на барабан, його зіскакуванню з барабана й передчасному зношуванню.

Щоб уникнути крутіння та розгойдування вантажу при його підйомі лебідками, використовують відтягнення з прядив'яного або сталевого троса, якими притримують вантаж.

Правила технічного огляду та випробування лебідок

Лебідки після їхньої установки перед пуском у роботу, а також періодично через кожні 12 місяців піддаються технічному огляду.

При технічному огляді виконують такі випробування:

- статичне випробування лебідки навантаженням, що перевищує в 1,25 рази їхню вантажопідйомність (для підйому людей - в 1,5 рази);
- динамічне випробування – навантаженням, що перевищує вантажопідйомність на 10 %.

Всі випробування фіксують в спеціальному журналі головного механіка управління. Кожні 10 днів керівник робіт робить контрольний огляд лебідки з обов'язковим записом у журналі одержаних результатів.

7.7.4. Безпека праці при експлуатації домкратів

При проведенні робіт з кріплення технологічного обладнання й металевих конструкцій до фундаментів, реконструкції в діючих цехах, заміні колон, підкранових балок, кроквяних ферм, заміні або ремонті окремих елементів несучих конструкцій каркаса одноповерхових промислових будинків використовують гідравлічні, пневматичні, з електричним приводом і механічні(гвинтові та рейкові) домкрати.

Всі типи домкратів необхідно оглядати перед початком робіт з метою виявлення несправностей. Так, наприклад, при зношуванні різьби гвинта або гайки гвинтового домкрата більше ніж на 20 %, він вважається непридатним для подальшої експлуатації. Контрольний огляд домкрата виконує виконроб або май-

стер один раз в 10 днів з обов'язковим записом результатів огляду в спеціальному журналі.

Домкрат потрібно встановлювати надійно, у строго вертикальному положенні. Форми опорної поверхні головок домкратів повинні виключати зісковзування вантажу, що піднімають. Якщо необхідна перестановка домкрата, то її виконують тільки після надійного закріплення піднятого вантажу або установки його на надійну опору.

Гідравлічні й пневматичні домкрати обладнують зворотним клапаном, діафрагмою, що забезпечують повільне й плавне опускання штока або його зупинку при ушкодженнях трубопроводу, що підводить чи відводить рідину або повітря до поршня. При цьому з'єднання трубопроводів повинні бути щільними, що не допускають витік рідини з робочих циліндрів у процесі підйому вантажів. Для контролю за тиском рідини чи повітря на кожному гідравлічному та пневматичному домкраті або їх батареї передбачають випробуваний, перевірений і опломбований манометр. Висота підйому поршня циліндра гідродомкрата не повинна перевищувати величину, що зазначена в його паспорті.

Кожний гідравлічний домкрат обладнується запобіжною пробкою. Розташування робітників проти запобіжної пробки під час виконання робіт забороняється.

Забороняється продовжувати виконання робіт, якщо поршень домкрата після підйому вантажу опускається самовільно вниз.

Домкрати з електричним приводом постачають пристроєм для автоматичного вимикання двигуна в крайніх верхньому і нижньому положеннях штока.

При експлуатації електричних домкратів, крім перерахованих вище загальних вимог, необхідно дотримуватись правил електробезпеки, що полягають в наступному.

Підключення таких домкратів до мережі живлення виконують чотирижильним проводом ПРГ, одна жила якого є заземлюючою.

Перед початком роботи з домкратом необхідно оглянути струмоведучі проводи, перевірити відсутність замикання на корпус і надійність роботи вимикача. При роботі з електричним домкратом робітник повинен знаходитись на діелектричному коврику, знати порядок і місце підключення домкрата.

У рейкових домкратів з зубчастою рейкою передбачені рукоятки й безпечні пристрої, що виключають мимовільне опускання вантажу при знятті зусилля з важеля чи рукоятки. Вантаж, піднятий таким домкратом, утримується храповим пристроєм з собачкою, що при підйомі вантажу повинна бути опущена на зуби храпового колеса. Гвинтові й рейкові домкрати обладнують пристосуваннями, що перешкоджають повному виходу гвинта чи рейки.

При роботі з гвинтовим домкратом забороняється збільшувати довжину ручки, за допомогою якою здійснюють підйом вантажу, тому що при цьому створюється додаткове зусилля, що може призвести до поломки гвинта домкрата й падіння вантажу.

Забороняється переміщення вантажу, маса якого перевищує паспортні дані вантажопідйомності домкрата.

Правила випробування домкратів

Всі випробування домкратів будь-якої конструкції фіксують в спеціальному журналі, що знаходиться в головного механіка. На корпусі кожного домкрата повинні бути нанесені олійною фарбою: інвентарний номер, дата чергового випробування, вантажопідйомність.

При випробуваннях шток, гвинт чи рейка домкрата повинні бути висунуті в крайнє верхнє положення.

Гідравлічний домкрат, прийнятий в експлуатацію, а також після ремонту, випробовують статичним навантаженням, що перевищує його граничну вантажопідйомність на 25 % (при щорічних випробуваннях – навантаженням, що перевищує вантажопідйомність на 10 %) протягом 10 хв. При справному домкраті падіння тиску не повинне перевищувати 5 % на протязі часу випробування.

Електричні домкрати випробовують один раз на місяць.

7.7.5. Безпека праці при експлуатації блоків та поліспастів

Однією з основних вимог безпеки праці, що ставиться при експлуатації блоків, є вибір необхідного його типу по відношенню до діаметру троса. Для забезпечення безпеки проведення робіт за допомогою блока цю вимогу виконують на основі

розрахунку його діаметру, по якому буде проходити сталевий трос. Блок дозволяється використовувати в тому разі, коли виконується співвідношення, що визначають за формулою:

$$D \geq d \cdot e,$$

де D – діаметр блоку по дну канавки, мм; d – діаметр троса, мм; e — коефіцієнт, що залежить від типу вантажопідйомної машини й режиму її роботи.

При цьому відстань між щогою блока й роликом повинна становити не більше половини діаметра троса, а глибина канавки шківів – більше половини діаметра троса.

Перед початком робіт з використанням блоку перевіряють ступінь зношування втулок і гаків, а також наявність тріщин і вибоїв на ребордах роликів. Допустиме зношування втулок блоку становить 3...5 % діаметра осі. Огляд поліспастів виконують аналогічно огляду блоків. При цьому перевіряють і правильність запасування канатів у ролики. Контрольний огляд блоків та поліспастів виконує виконроб або майстер один раз в 10 днів з реєстрацією результатів у відповідному журналі.

Експлуатовані блоки й поліспасти щорічно випробовують навантаженням, що перевищує їх граничну (паспортну) вантажопідйомність не менше, ніж на 25 %. При випробуванні блоку вантаж, піднятий на висоту 100...200 мм, витримують протягом 10 хв. Результати випробувань фіксують в спеціальному журналі, що знаходиться у головного механіка.

На корпусі кожного блоку чи поліспаста повинні бути зазначені інвентарний номер, вантажопідйомність і дата чергового випробування.

7.7.6. Правила безпечного провадження робіт з перфоратором

Буріння перфораторами необхідно проводити з дотриманням відповідних правил по безпеці ведення гірських і буровибухових робіт.

Всі з'єднання перфоратора з повітряними рукавами й водними комунікаціями повинні бути герметичними та надійними, тому що їхній зрив може призвести до травмування працюючих. У процесі буріння свердловин не можна підтримувати або

направляти бурову штангу руками, особливо в рукавицях. Не допускається буріння без буротримача.

Не допускається буріння без промивання, відсутність якого призводить до надмірного запилення робочої зони.

Забороняється також буріння свердловин без віброгасячого пристрою або при несправності останнього. Установлений на перфораторі віброгасящий пристрій, при його справності й необхідному змащенні, забезпечує зниження вібрації, сприймаємої руками працюючого, до величин і рівнів, що допускаються ГОСТ 10750-80. Перфоратори пневматичні переносні (табл. 7.1). Зазначене зниження вібрації досягається за умови достатнього зусилля подачі перфоратора (порядку 100 кг), що забезпечується правильною установкою й регулюванням пневмопідтримки. При роботі необхідно дотримувати максимальний кут між осями пневмопідтримки та бура, для чого рекомендується застосування подовжувачів до пневмопідтримки, а буріння верхніх свердловин проводити з використанням настилу.

Таблиця 7.1 - Допустимі значення величини і рівня вібрації, сприймаємої руками працюючого, залежно від частоти вібрації (ГОСТ 10750-80. Перфоратори пневматичні переносні)

Середньгеометричні частоти октавних смуг, Гц	8,0	16,0	31,5	63,0	125,0	250,0	500,0	1000
Коливальна швидкість відповідно не повинна перевищувати:								
- величини, см/с	5,0	5,0	3,5	2,5	1,8	1,2	0,9	0,63
- рівня, дБ	120	120	117	114	111	108	105	102

Забороняється виймання бура перфоратором, що працює в режимі «Повна робота», тому що при цьому може виникнути збільшення рівня вібрації й можливе руйнування деталей буротримача. Робота з перфоратором при тиску повітря більше 5 кгс/см² призводить до збільшення вібрації, шуму й передчасного виходу з ладу деталей перфоратора. У зв'язку з цим не рекомендується виконувати роботи при такому режимі.

Для запобігання шкідливого впливу вібрації, що може проявлятися в умовах зниженої температури, високої відносної вологості повітря й значного м'язового напруження працюючого, крім установленого на перфораторі віброгасячого пристрою, необхідно застосовувати засоби індивідуального захисту рук від вібрації відповідно до ГОСТ12.4.002-74, наприклад, віброзахисні рукавиці, виготовлені у відповідності з ОСТ18.615-72 (Б6110 ОСТ 18-015-72).

Глушители шуму на перфораторі забезпечують зниження шуму до рівнів, що допускаються ГОСТ 10750–80. Перфоратори пневматичні переносні (табл. 7.2). Для додаткового зменшення шкідливого впливу шуму, крім установленого на перфораторі глушителя слід застосовувати індивідуальні засоби захисту, зокрема навушники ВЦНИОТ-2, вкладиші протишумні ФПП-III (ТУ № 95.156-73).

Таблиця 7.2 - Зниження шуму глушителями, установленими на перфораторах

Типорозмір глушителя шуму	Рівні звукової потужності, дБ при серед- ньогеометричних частотах октавних смуг, Гц								Рівень звуку, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
ПП 36									111
ПП 54	110	112	113	115	112	113	116	115	112
ПП 63									113

Відповідно до положення про режим праці працівників вібронезбезпечних професій, сумарний час роботи з перфоратором не повинен перевищувати дві третини робочої зміни.

7.7.7. Безпека праці при кріпленні технологічного обладнання й металевих конструкцій до фундаментів за допомогою анкерних болтів з використанням клеїв

Серед існуючих способів болтового кріплення устаткування й конструкцій до фундаментів поширена установка в спеціально пробурених в них свердловинах болтів двох типів: прямих, що закріплюють за допомогою акрилового чи епоксидного клею, й конічних – на цементному закарбуванні.

При цих способах бурити свердловини треба пневматичними ручними перфораторами. При бурінні застосовують перфоратори з пиловідсмоктуючим пристроєм. Тип перфоратора для буріння свердловин діаметром до 60 мм вибирають залежно від діаметра отворів, що пробурюють, і режиму видалення бурового дріб'язку. Для буріння свердловин діаметром 60...85 мм застосовують колонкові перфоратори, а діаметром до 130 мм – напівавтоматичний верстат.

Правила безпеки при виконанні робіт з акриловим клеєм

Акриловий клей, що використовують для анкероустановочних робіт, складається з полімерного в'язучого і наповнювача. Як полімерне в'язуче застосовується акрилова пластмаса АСТ-Т, що являє собою компаунд холодного твердіння типу порошок-рідина. Поставляються вони в комплекті. Порошкоподібний компонент АСТ-Т – це високомолекулярна речовина, що являє собою суспензійний полімер на основі метилметакрилату (поліметилметакрилат). Рідкоподібний компонент (далі отверджувач) акрилових самотвердіючих пластмас АСТ-Т – метиловий ефір метакрилової кислоти (мономер метилметакрилату). Як наповнювач може використовуватися кварцовий пісок із крупністю зерен від 0,16 до 0,63 мм.

Отверджувач акрилового клею – метилметакрилат (ММА) – речовина загальноотрутної дії з різким специфічним запахом. Пари його роздратовують верхні дихальні шляхи, а потрапляючи на шкіру, – викликають її роздратування. Компонент ММА також негативно впливає на центральну нервову систему людини та є горючою рідиною. Температура спалаху цієї речовини дорівнює 52 °С, а загорання – 400 °С. Пари акрилових кле-

ів з повітрям утворюють вибухонебезпечні суміші (категорія вибухонебезпечної суміші групи Б). Гранично допустима концентрація пари метилметалкрилата в повітрі робочої зони, відповідно до діючих санітарних норм, не повинна перевищувати 10 мг/м³.

До робіт, пов'язаним з акриловими клеями, допускаються тільки робітники, що пройшли інструктаж з охорони праці, медичний огляд та не мають протипоказань. Працюючі з акриловими клеями в обов'язковому порядку повинні проходити періодичний медичний огляд.

Всі робочі приміщення, в яких виконуються роботи з акриловим клеєм, повинні бути обладнані приточно-витяжною вентиляцією. В місцях, де виконують готування акрилового клею або роботи з ним, повинні бути усунуті всі джерела загорання: відкрите полум'я, розпечені поверхні, іскри від електроустаткування чи зварювання.

Краплі отверджувача чи полімеррозчину, що потрапили на шкіру, повинні бути негайно зняті тампоном, змоченим ацетоном, після чого уражене місце промивають мильною водою.

Не допускається застосовувати ММА для знежирення, а також для миття рук. Прийом їжі у виробничих приміщеннях або місцях, де виконуються роботи з акриловими клеями, забороняється.

Як індивідуальні засоби захисту працюючих від негативного впливу акрилового клею необхідно використовувати: комбінезон, гумовий фартух, гумові рукавички, фільтруючий протигаз (марки А або БКФ) і захисні окуляри.

В отвердженному стані акриловий клей є екологічно безпечним продуктом і не впливає шкідливо на людину й навколишнє середовище.

Правила безпеки при виконанні робіт з епоксидним клеєм

Для готування клею використовують компоненти, що відповідають вимогам ДСН, при наявності паспортів з вказівкою строків придатності з моменту виготовлення. Компоненти клею зберігають у сухому приміщенні з дотриманням умов пожежної безпеки, як для легкозаймистих речовин. У використовуваних для анкероустановочних робіт епоксидних клеях зв'язуючим є епоксидно-діанові смоли, а наповнювачем – кварцовий пісок.

При використанні для закріплення анкерів клейових сумішей велику небезпеку представляє вплив епоксидного компаунда, в особливості його затверджувача, на тіло людини. При влученні цих речовин на шкіру можливе захворювання дерматитом чи екземою. Крім того, може відбутися роздратування слизової оболонки очей чи верхніх дихальних шляхів. Тому при виконанні робіт з використанням клейових сумішей необхідно дотримуватись таких правил безпеки праці, як при роботі з токсичними речовинами.

Всі операції з готування клею виконують у добре провітрюваному приміщенні, у якому повинна бути холодна й гаряча вода. До таких робіт допускаються робітники, що пройшли медичний огляд та інструктаж з охорони праці.

Перед готуванням епоксидного клею смолу ЕД-16 (ЕД-20) завчасно пластифікують, для чого її розігрівають у водяній бані до 70 °С. Після цього у смолу вводять пластифікатор і ретельно перемішують таку суміш протягом 10...15 хв. з метою необхідної гомогенізації та зникнення в ній повітряних пухирців. Далі одержаний епоксидний клей охолоджують до температури навколишнього середовища.

При масовій установці анкерних болтів клей готують порціями по 5...7 кг. Поверхню болтів попередньо піддають механічній і хімічній обробкам.

При готуванні клею й установці фундаментних болтів робітники повинні застосовувати спецодяг: комбінезон, гумовий фартух, пластмасові наруківники, гумові рукавички, захисні окуляри, а також респіратор чи протигаз. Допускається застосування так званих біологічних рукавичок, що являють собою тонкий шар спеціальної захисної пасти, що наноситься на поверхню шкіри рук. Після роботи й у перервах руки необхідно ретельно вимити, осушити рушником разового користування, після чого змазати їх жирною маззю на основі ланоліну, вазеліну чи касторовій олії.

У випадку влучення на шкіру компаунда чи затверджувача їх негайно треба видалити м'якою паперовою серветкою, а потім уражені місця промити 3 % розчином оцтової чи лимонної кислоти або гарячою водою з милом.

Прийом їжі на робочих місцях з установки анкерних болтів за такою технологією забороняється.

Застосування анкерної технології при кріпленні технологічного обладнання й металевих конструкцій до фундаментів, реконструкції підприємств дозволяє уникнути значних витрат, пов'язаних не тільки з розбиранням старих і спорудженням нових фундаментів, але й і з забезпеченням безпечних умов праці. На додаток до цього вирішується й екологічна задача, так як в навколишнє середовище не виділяються шкідливі й отруйні речовини.

Питання для самоперевірки до розділу 7.7

1. У якій проектно-технологічній документації розробляють та викладають питання забезпечення безпеки й виробничої санітарії при організації безпечного виконання підготовчих робіт з кріплення технологічного обладнання й металевих конструкцій до фундаментів та при реконструкції підприємств?

2. Які додаткові вихідні дані повинен надати замовник проектній організації для розробки ПОБ?

3. Які основні організаційні заходи з охорони праці передбачають при реконструкції промислових підприємств, кріпленні технологічного обладнання й металевих конструкцій до фундаментів?

4. З ким узгоджують розроблені заходи з охорони праці?

5. На кого покладене загальне керівництво розробкою заходів з охорони праці і контроль за виконанням будівельно-монтажних робіт?

6. На кого покладена розробка заходів по забезпеченню безпеки протікання технологічного процесу в цехах?

7. Які заходи безпеки приймають при виникненні в ході робіт з реконструкції непередбачених ситуацій, що створюють небезпеку для працюючих?

8. Як оформляють дозвіл на виконання робіт на території діючого цеху?

9. Як оформляють наряд-допуск на виробництво робіт?

10. Які роботи відносяться до категорії робіт з підвищеною небезпекою?

11. Які підготовчі роботи з забезпечення безпеки праці виконують до розбирання фундаментів?

12. З якою метою виконують повторний огляд фундаменту перед початком робіт з його розбирання?

13. Які організаційні заходи з охорони праці передбачають при експлуатації лебідок для забезпечення безпеки праці?

14. Які заходи необхідно виконати при використанні монтажних лебідок трубоукладачів чи монтажних кранів для забезпечення безпеки праці?

15. Які правила встановлені відносно місця розташування лебідки?

16. Які технічні заходи з охорони праці використовують при експлуатації лебідок?

17. За якою формулою визначають масу баласту?

18. Як визначають навантаження лебідки?

19. Які встановлені правила безпеки відносно закріплення лебідки?

20. Які правила електробезпеки необхідно виконувати при експлуатації лебідок?

21. Які вимоги ставляться до гальм лебідки?

22. Яка повинна бути довжина каната та кріплення його кінця до барабана при підйомі вантажу?

23. Які вимоги ставляться до закріплення й розташування каната на барабані лебідки?

24. Як уникають крутіння та розгойдування вантажу при його підйомі за допомогою лебідки?

25. Які встановлені правила технічного огляду та випробування лебідок?

26. В якому разі гвинтовий домкрат вважається непридатним для подальшої експлуатації?

27. Які вимоги ставляться до стану трубопроводів гідравлічних і пневматичних домкратів?

28. Які допоміжні пристрої безпеки встановлюють на гідравлічних, пневматичних і домкратах з електричним приводом?

29. Яких правил електробезпеки необхідно дотримуватись при експлуатації електричних домкратів?

30. Які засоби безпеки передбачені в конструкції рейкових та гвинтових домкратів?

31. Викладіть правила випробування домкратів.

32. Яка основна вимога ставиться при виборі блока для безпечного виконання робіт?

33. За якою формулою визначають можливість використання блоку?
34. В чому полягає огляд поліспастів та блоків перед початком виконання робіт. Мета такого огляду?
35. Викладіть як і в які строки проводять випробування блоків і поліспастів?
36. Як вибирають тип перфоратора для буравлення шпурів?
37. Викладіть правила безпечного провадження робіт з перфораторами.
38. Перелічіть засоби захисту працюючих з перфораторами.
39. Які встановлені правила виробничої санітарії для забезпечення охорони здоров'я працюючих при приготуванні акрилового клею?
40. За яких умов робітники допускаються до виконання робіт з кріплення анкерних болтів?
41. Які встановлені правила виробничої санітарії для забезпечення охорони здоров'я працюючих при приготуванні епоксидного клею?
42. В які засоби індивідуального захисту повинні бути екіпіровані працюючі при виконанні робіт з кріплення анкерних болтів за допомогою клеїв?

7.8. Основи електробезпеки

При застосуванні електричної енергії на підприємствах і в організаціях мають місце випадки ураження людини електричним струмом. Це може відбуватися в наступних випадках: при дотику до струмоведучих частин електроустановки; при наближенні на недопустимо близьку відстань до неізольованих струмоведучих частин; з появою в електроустановці аварійного режиму що, як правило, призводить до появи так званих напруги кроку і напруги дотику; при невідповідності параметрів електроустановки нормам, наведених у відповідних ГОСТ, ДСТ, Правилах устрою електроустановок (ПУЕ), Правилах безпечної експлуатації електроустановок (ПБЕЕ).

З метою забезпечення електробезпеки всі виробничі приміщення підрозділяють за ступенем небезпеки ураження людини електричним струмом на такі три класи:

- Приміщення без підвищеної небезпеки ураження людини електричним струмом – це сухі приміщення з відотною вологістю не більше 75 % і температурою повітря в межах $+ 5...+ 25^{\circ}\text{C}$, з неструмопровідними підлогами (дерев'яними, пластмасовими), з повітряним середовищем без струмопровідного пилу.
- Приміщення з підвищеною небезпекою ураження людини електричним струмом – це приміщення, що характеризуються наявністю однієї з таких ознак: вогкість з постійною відотною вологістю повітря більше 75 %; струмопровідний пил; струмопровідні підлоги (земляні, металеві, залізобетонні, цегельні); висока температура повітря (вище 35°C); можливість одночасного дотику людини до металевих конструкцій будинків, технологічних апаратів, механізмів і до металевих корпусів електроустановок.
- Приміщення особливо небезпечні – це приміщення, в яких наявною є одна з наступних ознак: відносна вологість повітря постійно близька до 100 %, внаслідок чого стіни, стеля таких приміщень покриті конденсатом вологи; приміщення з постійною наявністю їдких газів чи пари відносно матеріалу ізоляції струмоведучих частин; приміщення, для яких характерні дві та більше ознак, що відносяться до класу приміщень з підвищеною небезпе-

кою, наприклад, приміщення з струмопровідним пилом і сирою струмопровідною підлогою.

7.8.1. Особливості дії електричного струму на організм людини

Електричний струм, що протікає через тіло людини, призводить до виникнення в ньому наступних основних нестандартних процесів: безпосереднє роздратування та збудження живих тканин (м'язів, нервових волокон, серцево-судинної системи). Цей процес відбувається в тому разі, коли шлях протікання струму пролягає безпосередньо через живі тканини організму людини; рефлекторне (непряме) збудження тканин, що є наслідком дії електричного струму на центральну нервову систему; посилення процесу збудження тканин, виникнення неадекватних та недоцільних команд центральної нервової системи в результаті накладання електричного струму на процеси розповсюдження біотострумів; перетворення електричної енергії в теплову при проходженні електричного струму через живі тканини, які характеризуються певним електричним опором.

Таким чином, протікання електричного струму через організм людини являє собою складний процес, який супроводжується значним спектром фізико-біологічних та хімічних реакцій, основними з яких є термічна, електролітична, механічна та біологічна. Для уявлення їх сутності стисло охарактеризуємо механізм дії кожної з вказаних реакцій.

Термічна реакція тканин організму людини виникає внаслідок перетворення електричної енергії в теплову. Справа в тому, що тканини людини характеризуються кінцевою величиною опору протіканню електричного струму. В зв'язку з цим, при протіканні струму, відповідно із законом Ома, на опорі формується деяка потужність, що трансформується в теплову енергію. При цьому дія електричного струму може виявлятися в нагріванні до високих температур окремих ділянок тіла людини, кровоносних судин, нервових волокон і т. ін. і, як наслідок, викликати значні функціональні розладнання організму або його окремих частин.

Електролітична дія електричного струму на живі тканини полягає в розкладанні внутрішньоклітинної органічної рідини на іони. Такий процес може супроводжуватись значними

змінами її фізико-хімічного складу і, як наслідок, порушенням функціональних характеристик організму людини.

Механічна реакція організму людини на протікання електричного струму виявляється у вигляді електродинамічного ефекту, який полягає, наприклад, в різкому скороченні м'язових тканин. У цьому разі може спостерігатися їх розрив, розрив та порушення кровоносних судин і т. п.

Біологічна реакція організму людини на електричний струм формується в результаті його дії на внутрішні біоелектричні процеси, в подразненні живих тканин. Оскільки величина зовнішнього струму може бути значно більша за рівні біострумів, то при цьому можуть виникнути специфічні, в ряді випадків значні розлади в діяльності організму людини в цілому.

Питання для самоперевірки до розділу 7.8.1

1. В яких випадках може відбутися ураження людини електричним струмом?
2. На які класи підрозділяють виробничі приміщення за ступенем небезпеки ураження людини електричним струмом?
3. Які приміщення відносяться до приміщень без підвищеної небезпеки ураження людини електричним струмом?
4. Які приміщення відносяться до приміщень з підвищеною небезпекою ураження людини електричним струмом?
5. Які приміщення відносяться до особливо небезпечних приміщень ураження людини електричним струмом?
6. До виникнення яких основних нестандартних процесів в організмі призводить електричний струм, що протікає через тіло людини?
7. В чому полягає термічна реакція живих тканин при протіканні електричного струму через організм людини?
8. В чому полягає електролітична дія електричного струму на живі тканини організму людини?
9. Як проявляється механічна реакція організму людини при протіканні через нього електричного струму?
10. Як проявляється біологічна реакція організму людини на електричний струм?

7.8.2. Види електричних травм

Розглянуті вище (р. 7.7.1) реакції організму людини на дію електричного струму і електричної дуги на живі тканини можуть призводити до електричних травм – порушень функцій життєдіяльності живих тканин, окремих частин чи організму людини в цілому. Вся сукупність можливих електричних травм класифікується як місцеві електричні травми й електричні удари.

Місцеві електричні травми – це яскраво виражене місцеве порушення цілісності тканин та кісток тіла людини, що викликається дією електричного струму або електричної дуги. Слід зазначити, що більшість місцевих електричних травм, як правило, визивається відносною короткочасною дією струму, значного за величиною (більше 1 А). Серед великої кількості видів місцевих електричних травм найбільш поширеними є електричні опіки, електричні знаки, механічні пошкодження та електроофтальмія.

Електричні опіки – місцеві пошкодження живих тканин тіла людини, що виникають при протіканні через них електричного струму або в результаті дії електричної дуги. Таким чином, ці місцеві електричні травми підрозділяються на два види – опік струмом та дуговий опік.

Опік струмом виникає внаслідок його термічної дії. Річ у тому, що на ділянках тканин тіла людини, через які протікає електричний струм, як і на будь-якому опорі електричному струму, згідно з фізичними законами, формується деяка електрична потужність. Ця потужність перетворюється на теплову. В тому разі, якщо величина електричної потужності достатня для нагрівання ділянки тіла людини до температури 60...70 °С, то в зв'язку з тим, що людина являє собою білкову форму матерії, – протікає процес переходу білка із рідкої, живої фази – до твердої, неживої. Такі опіки можуть проникати глибоко всередину тканин тіла людини і потребують довгострокового лікування. Опік струмом являється однією із самих розповсюджених електричних травм.

Електричні знаки – пошкодження ділянки шкіряного шару тіла людини внаслідок його безпосереднього контакту з струмоведучою частиною електроустановки. Природа виникнення цього виду електричних травм вивчена недостатньо. Останні гіпотези представляють її як дію електролітичної та ме-

ханічної дії електричного струму. Електричні знаки мають вигляд припухлості із затверділою ділянкою шкіри. Іноді електричні знаки мають вигляд форми тієї ділянки струмоведучої частини електроустановки, до якої доторкнувся потерпілий. Самі електричні знаки безболісні. У разі значних розмірів уражених ділянок шкіри ці електричні травми можуть призводити до порушення функцій потерпілої частини організму людини.

Механічні пошкодження – ушкодження частин тіла людини, яке наступило внаслідок мимовільних судорожних скорочень м'язових тканин організму людини під дією протікаючого через них електричного струму. В цьому разі наявна електродинамічна реакція організму людини на прикладений електричний струм.

Електроофтальмія – запалення зовнішніх оболонок очей – роговиці та кон'юнктивіти, що виникає під дією активного потоку ультрафіолетової частини випромінювань електричної дуги. Ця електрична травма проявляється як результат хімічної реакції клітин, в яких виникають зміни фізико-хімічного складу різної глибини та інтенсивності. Зовнішньо наслідок дії електричної дуги в цьому разі виявляється у почервонінні й запаленні шкіри повік, часткової втрати зору.

Електричні удари – ураження окремих органів тіла людини внаслідок дії електричного струму на його нервову систему та м'язові тканини. Електричні удари викликаються порівняно невеликими величинами струму при виконанні робіт в електроустановках напругою живлення до 1000 В. В основі механізму виникнення травм цього типу знаходяться електродинамічна й біологічна реакції організму людини на діючий електричний струм. При цьому, оскільки величина струму порівняно невелика, то, як правило, місцеві електричні травми не виявляються. Найбільш шкідливий прояв електричних ударів спостерігається у вигляді двох основних травм – зупинки дихання та фібриляції серця.

Зупинка дихання – електрична травма, яка може мати місце при довгостроковій дії (більше 15...20 с) невідпускаючого струму, який протікає через область дихальних м'язів і викликає їх параліч.

Фібриляція серця – електрична травма, що виявляється у хаотичному скороченні і розслабленні м'язових волокон серця

(фібрил) внаслідок короткострокової дії струму (0,15...0,2 с) величиною декілька сотень міліампер. Якщо імпульс електричного струму співпадає за часом з фізіологічним імпульсом кардиоциклу, то можлива активізація його амплітуди. При цьому, внаслідок перерозподілу енергії м'язів серця, амплітуда першого імпульсу зменшується, а другого (фізіологічного) – збільшується. У результаті цього серцеві м'язи не забезпечують транспортування крові через їх хаотичну роботу.

7.8.3. Фактори, що впливають на ступінь ураження людини електричним струмом

На ступінь ураження людини електричним струмом впливає цілий ряд факторів – стан шкіряного шару; параметри електричного струму, що протікає через тіло людини (величина струму, його рід, частота); фізичний стан людини, його вік і т. п. Нижче розглянемо фізичні процеси при впливі основних факторів.

Вплив стану шкіряного шару

Будова шкіри людини досить складна. Спрощено її можна представити у вигляді двох прошарків – верхнього (рогового), який практично являє собою неживу тканину, та нижнього. верхній прошарок шкіри характеризується значною величиною електричного опору, тоді як нижній прошарок має значно менше значення цієї характеристики.

Таким чином, порізи, подряпини, зволоження, збільшене потовиділення, забруднення шкіряного шару можуть призвести до значного зменшення загального опору людини електричному струму.

Вплив параметрів електричного струму

Рід електричного струму (постійний чи змінний). Порівнюючи дію перемінного й постійного електричного струму, при рівних їх значеннях, слід зазначити, що наслідки ураження людини в другому випадку виявляються менш небезпечними.

Величина електричного струму. В плані ранжування гра-

дації дії електричного струму на людину існують його так звані «порогові значення», які викликають різну реакцію живих тканин (табл. 7.3.).

Таблиця 7.3 – Усереднені статистичні дані порогових значень дії електричного струму на організм людини

Величина електричного струму, що проходить через тіло людини, мА	Фізіологічна реакція організму людини	
	Перемінний електричний струм	Постійний електричний струм
1	2	3
Менше 0,5	Невідчутний струм.	Невідчутний струм.
0,5...1,5	Відчутний струм. Легке тремтіння пальців руки.	Невідчутний струм.
10...15	Відчутний струм. Больові відчуття в руках.	Відчуття нагріву.
20...25	Невідпускаючий струм. Руки неможливо відірвати від струмоведучих частин. Утруднене дихання.	Збільшення нагріву. Незначне скорочення м'язових тканин.
50...80	Невідпускаючий струм. Зупинка дихання. Фібриляція серця.	Відчуття сильного нагріву. Судороги. Утруднене дихання.
Більше 100	Смертельний струм.	Зупинка дихання.

Питання для самоперевірки до розділу 7.8.3

1. Як класифікують сукупність електричних травм, що виникають при протіканні електричного струму через тіло людини?
2. Дати визначення місцевих електричних травм.
3. Дати визначення електричних ударів.
4. Які місцеві електричні травми є найбільш поширеними?
5. Як виникають електричні опіки?
6. Як виникають електричні знаки?
7. Як виникають механічні пошкодження?
8. Розкрийте суть електроофтальмії.
9. За яких обставин виникає зупинка дихання?
10. Розкрийте суть фібриляції серця.

11. Перелічіть фактори, що впливають на ступінь ураження людини електричним струмом.

12. В чому полягає вплив стану шкіряного шару на ступінь ураження людини електричним струмом?

13. Як впливають параметри електричного струму на ступінь ураження людини електричним струмом?

14. Перелічіть порогові значення дії електричного струму на організм людини.

15. Яка реакція організму людини при протіканні відчутного струму ?

16. Яка реакція організму людини при протіканні невідпускаючого струму ?

7.8.4. Схеми трифазних електричних мереж

Найбільш поширеними електричними мережами являються трифазна мережа з ізолюваною нейтраллю (рис. 7.4), та трифазна мережа з глухозаземленою нейтраллю (рис. 7.5).

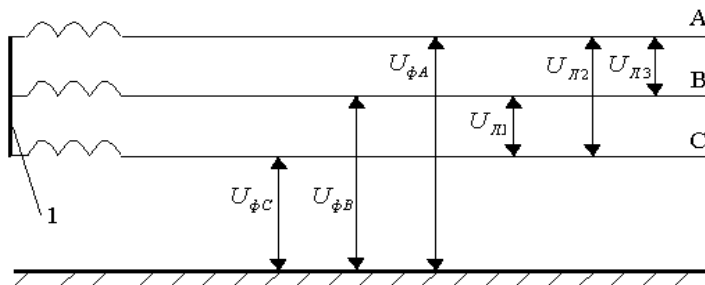


Рис. 7.4 - Трифазна електрична мережа з ізолюваною нейтраллю:

1 – нейтраль джерела електричної енергії; A, B, C – фази мережі

живлення; $U_{\phi 2}$ – фазна напруга електричної мережі;

$U_{\pi 2}$ – лінійна напруга електричної мережі

Електричний опір (R_0) з'єднання нейтралі джерела електричної енергії з землею у трифазних мережах з глухозаземленою нейтраллю є невеликим і складає величину $R_0 < 10$ Ом.

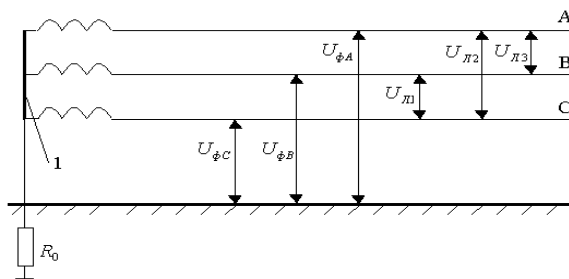


Рис. 7.5 - Трифазна електрична мережа з глухо заземленою нейтраллю:

1 – нейтраль джерела електричної енергії; A, B, C – фази мережі

живлення; $U_{\phi 2}$ – фазна напруга електричної мережі; $U_{\pi 2}$ – лінійна на-

пруга електричної мережі; R_0 – опір глухого заземлення нейтралі джерела електричної енергії

Слід також зазначити, що у трифазних електричних мережах існує два типи напруги, які вказані на рис. 7.4, 7.5:

- U_E – лінійна напруга, що формується між будь-якими двома фазами електричної мережі;
- U_ϕ – фазна напруга, що формується між будь-якою фазою електричної мережі й землею.

Ці напруги різняться за величиною і зв'язані між собою наступним відношенням:

$$U_E = \sqrt{3} \cdot U_\phi.$$

Таким чином, лінійна напруга у $\sqrt{3}$ раз більша від фазної напруги електричної мережі незалежно від режиму нейтралі.

Питання для самоперевірки до розділу 7.8.4

1. Які електричні мережі є найбільш поширеними?
2. Накресліть схему електричної мережі з ізольованою нейтраллю.
3. Накресліть схему електричної мережі з глухозаземленою нейтраллю.
4. Покажіть на схемі електричної мережі в яких точках формується фазна напруга.
5. Покажіть на схемі електричної мережі в яких точках формується лінійна напруга.
6. Яким співвідношенням пов'язані лінійна та фазна напруги ?

7.8.5. Схеми включення людини в електричний ланцюг

Існує досить багато схем включення людини (варіантів дотику до точок електричної мережі) в електричний ланцюг. Найбільш поширеними та характерними з них є чотири. Ці схеми такі: включення людини між двома фазами електричної мережі (двофазне включення); включення людини між однією фазою електричної мережі та землею (однофазне включення); включення людини на напругу кроку; включення людини на напругу дотику.

Додатково нагадаємо, що при аналізі ступеня небезпечності ураження людини електричним струмом в кожному разі приймаємо стандартизовану величину опору людини $R_{\text{г}} = 1000 \text{ Ом}$.

Двофазне включення

Двофазне включення людини (рис. 7.6), як правило, завжди найбільш небезпечне, тому що, по-перше до тіла людини прикладається найбільша напруга електричної мережі – лінійна ($U_{\text{л}}$), а по-друге – в електричний ланцюг практично включений тільки опір тіла людини. При чому, в цьому випадку режим нейтралі електричної мережі суттєво не впливає на ступінь ураження людини електричним струмом.

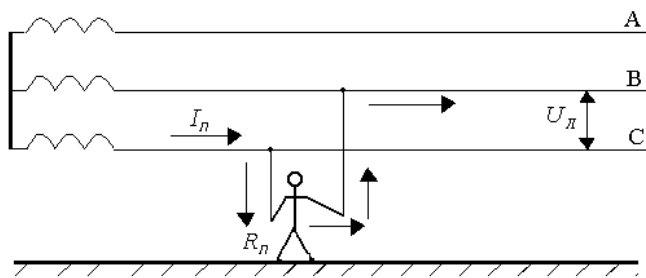


Рис. 7.6 - Двофазне включення людини в електричний ланцюг:
 $I_{\text{г}}$ - шлях електричного струму, що протікає через тіло людини;
 $R_{\text{г}}$ - опір тіла людини електричному струму; $U_{\text{л}}$ – лінійна напруга

Виходячи із закону Ома є можливість визначити в загальному вигляді величину електричного струму, який протікає в цьому випадку через тіло людини:

$$I_{\check{e}} = U_{\check{e}} / R_{\check{e}} = U_{\delta} \cdot \sqrt{3} / R_{\check{e}}.$$

Якщо взяти за приклад електричну мережу з напругою джерела живлення 380 В, то величина електричного струму, що протікає через тіло людини, матиме таке значення:

$$I_{\check{e}} = 380 / 1000 = 0,38 \text{ А}.$$

Виходячи з вищенаведених порогових значень електричного струму, що протікає через тіло людини виходить, що така величина струму значно більша за смертельну (нагадаємо, що порогове значення смертельного струму для людини складає 100мА). Таким чином, двофазне включення людини в електричний ланцюг характеризується високою небезпекою ураження електричним струмом.

Однофазне включення

На відміну від двофазного включення, при однофазному включенні людини в електричний ланцюг до її тіла буде прикладена фазна напруга (U_{ϕ}) (рис.7.7). Причому, на ступінь ураження людини електричним струмом в цьому разі у значній мірі впливають тип і деякі параметри електричних мереж. На практиці така схема включення є найбільш розповсюдженою.

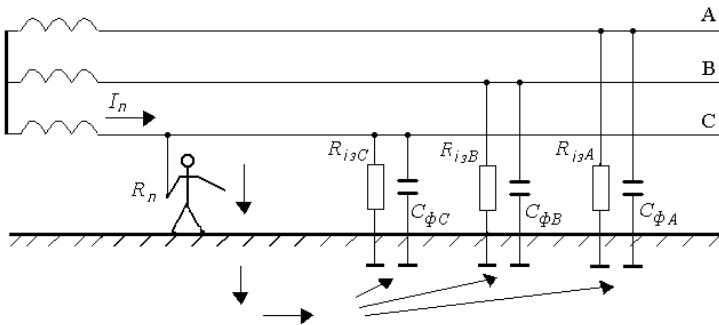


Рис. 7.7 - Однофазне включення людини в електричний ланцюг

Включення людини на напругу кроку та напругу дотику

Включення на напругу кроку та напругу дотику виникає тоді, коли людина знаходиться в полі розтікання електричного струму при замиканні на землю.

Питання для самоперевірки до розділу 7.8.5

1. Які існують найбільш поширені схеми включення людини в електричний ланцюг?
2. Яку стандартизовану величину опору людини приймають при аналізі ступеня небезпечності ураження її електричним струмом та при розрахунках?
3. Накресліть схему.
4. Яка напруга – фазна чи лінійна буде прикладена при двофазному включенні людини в електричний ланцюг?
5. Охарактеризуйте та докажіть ступінь небезпеки ураження людини при двофазному включенні людини в електричний ланцюг.
6. Обрахуйте величину струму, що протікає через тіло людини при її двофазному включенні при напрузі в мережі $U = 380 \text{ В}$.
7. Накресліть схему однофазного включення людини в електричний ланцюг.
8. Яка напруга – фазна чи лінійна буде прикладена при однофазному включенні людини в електричний ланцюг?
9. Обрахуйте величину струму, що протікає через тіло людини при її однофазному включенні при напрузі в мережі $U = 380 \text{ В}$.
10. В яких випадках людина попадає під дію напруги кроку та напруги дотику?

7.8.6. Методи захисту в електроустановках

Основним напрямком, що забезпечує необхідний рівень електробезпеки, є застосування нормативних методів захисту в електроустановках (ЕУ). До основних методів захисту від ураження людини електричним струмом, що застосовуються в електроустановках, відносяться: використання необхідного типу ізоляції (робочої, подвійної, додаткової, посиленої); забезпечення недоступності струмоведучих частин ЕУ; електричний розподіл електричної мережі; використання малої напруги; захисне відключення; захисне заземлення; занулення.

Використання необхідного типу ізоляції

В електроустановках використовують декілька видів ізоляції струмоведучих частин.

Ізоляція робоча – електрична ізоляція струмоведучих частин електроустановки, що забезпечує її нормальну роботу й захист працюючих від ураження електричним струмом.

Ізоляція подвійна – електрична ізоляція струмоведучих частин електроустановки, що складається з робочої та додаткової ізоляції.

Ізоляція додаткова – електрична ізоляція струмоведучих частин електроустановки, передбачена додатково до робочої ізоляції на випадок пошкодження робочої ізоляції.

Ізоляція посилена – поліпшена електрична ізоляція струмоведучих частин електроустановки, що забезпечує такий же ступінь захисту, як і подвійна ізоляція.

Якість ізоляції характеризується, насамперед, її опором протіканню електричного струму. Відповідно до Правил устрою електроустановок (ПУЕ) опір ізоляції в електроустановках напругою до 1000 В повинен складати величину $R_{iz} \geq 0,5 \text{ МОм}$.

Недоступність струмоведучих частин ЕУ

Недоступність струмоведучих частин ЕУ забезпечується шляхом розміщення зовнішньої електропроводки мережі тимчасового електропостачання на опорах на висоті над рівнем землі, підлоги або настилу не менше: 2,5 м – над робочим місцем; 3,5 м – над проходами; 6,0 м – над проїздами. Магістральні проводи можуть бути без ізоляції в тому випадку, якщо вони прокладені

на висоті не менше 3,5 м від рівня землі, підлоги або настилу.

У діючих виробничих приміщеннях, у місцях постійного електропостачання використовується: схована електропроводка; огороження струмоведучих частин; блокування та розміщення струмоведучих частин ЕУ у важкодоступному місці. Огородження можуть бути суцільним або сітчастими з розміром осередка не більше 25 x 25 мм.

Суцільні або сітчасті огороження використовують при напрузі вище: у сухих приміщеннях – 65 В, у сирих – 36 В, а в особливо сирих – 12 В.

Електричний розподіл мереж

Мета цього методу захисту – зменшення величини ємнісного струму замикання на землю, що збільшує комплексний опір ізоляції фаз відносно землі. Електричний розподіл мереж застосовують у протяжних або розгалужених мережах з ізолюваною нейтраллю, що характеризуються значними ємнісними струмами замикання на землю. Цей метод реалізують шляхом підключення окремих споживачів електричної енергії через розділові трансформатори, що живляться від магістральної мережі (рис.7.8). Напряга первинної та вторинної обмоток такого трансформатора є однаковими.

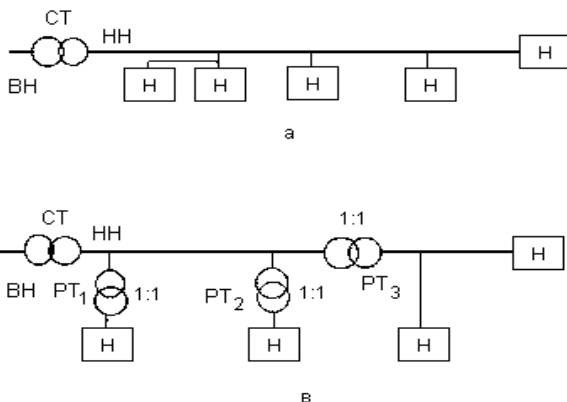


Рис 7.8 - Метод електричного розділення мережі: схема електричної мережі відповідно: а - до розділення мережі; б - після розділення мережі; Н – навантаження електричної мережі; СТ – силовий трансформатор; PT_i – розділові трансформатори; ВН – сторона високої напруги; НН – сторона низької напруги; 1:1 – коефіцієнт трансформації розділового трансформатора

Застосування малих напруг

Мета цього методу – зниження напруги живлення електричних установок до значення довгостроково допустимої напруги дотику, при якій навіть двофазний дотик людини є безпечним.

Суть методу полягає у використанні напруги живлення ЕУ не вище 42 В з метою зменшення небезпеки ураження людини електричним струмом.

Метод малих напруг реалізують з використанням понижуючих трансформаторів (рис.7.9). Застосування автотрансформаторів для одержання малої напруги забороняється.

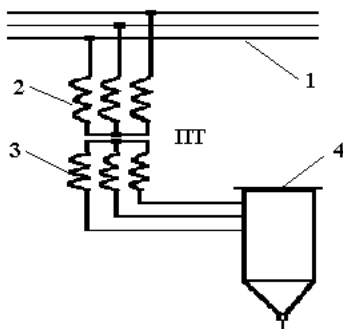


Рис. 7.9 - Схема живлення електроустановки малою напругою через понижуючий трансформатор:

- 1 – магістраль живлення; ПТ – понижуючий трансформатор;
- 2 – первинна обмотка понижуючого трансформатора;
- 3 – вторинна обмотка понижуючого трансформатора;
- 4 – електрична установка

Величину малої напруги вибирають з урахуванням категорії приміщення за ступенем небезпеки ураження людини електричним струмом.

У приміщеннях з підвищеною небезпекою й особливо небезпечних, де електричний опір тіла людини може бути значно знижений, струм, що проходить через тіло людини, може в кілька разів перевищувати небезпечну величину. Найбільший ступінь безпеки досягається при напрузі живлення до 10 В, тому що в цьому разі струм, що проходить через тіло людини, не перевищує 1...1,5 мА. Так, при величині опору тіла людини $R_h = 1000$ Ом, при напрузі 10 В струм через тіло людини не перевищує величини, допустимої

при тривалому випадковому дотику $I_h \geq 10$ мА. У зв'язку з цим у переносних ЕУ, які використовують у виробничих умовах, для забезпечення електробезпеки застосовують малі напруги 12 і 36 В. У приміщеннях з підвищеною небезпекою для переносних ЕУ рекомендується номінальна напруга 36 В. В особливо небезпечних приміщеннях для живлення переносних світильників рекомендується використання напруги 12 В, а ручного електроінструмента – не вище 12 В.

Через те, що одним застосуванням малих напруг не завжди вдається досягти достатнього ступеня безпеки працюючих, додатково застосовують інші заходи захисту в ЕУ – подвійну ізоляцію, захист від випадкового дотику до струмоведучих частин та ін.

Захисне заземлення

Захисне заземлення – це навмисне електричне з'єднання з землею або її еквівалентом металевих неструмоведучих частин електроустановки, що можуть виявитися під напругою в аварійних ситуаціях (рис. 7.10).

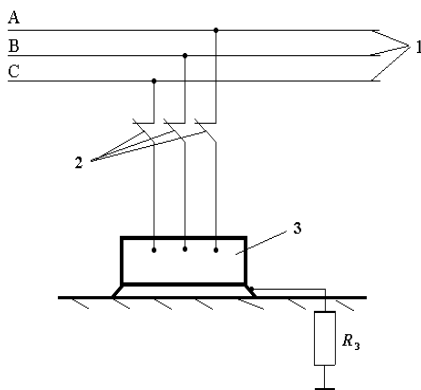


Рис. 7.10 - Схема захисного заземлення електроустановки: 1 – магістраль живлення електричної установки;

2 – контакти електричного вимикача; 3 – електрична установка; R_z – електричний опір захисного заземлення

під напругою. Це досягається зменшенням потенціалу корпусу заземленого устаткування.

Захисне заземлення електроустановок застосовують у мережах напругою до 1000 В з ізолюваною нейтраллю і в мережах напругою вище 1000 В з будь-яким режимом нейтралі.

Захисний заземлюючий пристрій складається із сукупності заземлювача і провідників, що заземлюють. Заземлювач являє собою провідник або систему з'єднаних між собою металевих провідників, що знаходяться в безпосередньому контакті з

Метою захисного заземлення є усунення небезпеки ураження людини електричним струмом при появі напруги на корпусі або на інших неструмоведучих металевих частинах ЕУ, тобто при замиканні на корпус (наприклад, при пробіі ізоляції).

Дія захисного заземлення полягає у зменшенні до безпечної величини сили струму, що проходить через тіло людини при її дотику до корпусу ЕУ, що виявився

землею. Провідник, що заземлює, – це металевий провідник, що з'єднує частини електричної установки, які заземлюються, з заземлювачем.

Для заземлення електроустановок використовують природні й штучні заземлювачі. Природними заземлювачами можуть бути металеві конструкції будинків, трубопроводи й устаткування, що мають надійне з'єднання із землею.

Трубопроводи паливних рідин, газів, а також трубопроводи, покриті ізоляцією, наприклад, для захисту від корозії, використовувати в якості заземлювачів забороняється.

Занулення

Зануленням називається навмисне електричне з'єднання металевих неструмоведучих частин електроустановки, що можуть виявитися під напругою в аварійній ситуації, з нульовим захисним провідником.

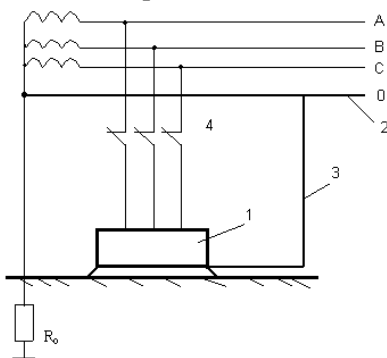


Рис. 7.11 - Схема занулення електроустановки: R_0 – електричний опір заземлення нейтралі джерела живлення; 1 – електрична установка; 2 – нульовий захисний провід; 3 – провід, що з'єднує корпус електричної установки з нульовим захисним проводом; 4 – контакти автомату захисту електроустановки

Дія занулення заснована на перетворенні замикання на корпус в однофазне коротке замикання з метою формування великих струмів, здатних забезпечити спрацювання апаратів захисту (плавких вставок запобіжників, автоматичних вимикачів, магнітних пускачів з вбудованим тепловим захистом і т.п.).

Занулення застосовують в мережах з глухозаземленою нейтраллю напругою до 1000 В, які для реалізації системи занулення перетворюють у трифазні чотирипровідні мережі (рис. 7.11). Для надійного спрацювання цієї системи захисту необхідно виконання наступної умови:

$$I_{к.з.} > 3 \cdot I_{пл}^H \quad \text{або} \quad I_{к.з.} > 1,25 \cdot I_{авт.}^H,$$

де $I_{пл}^H$ – струм короткого замикання; $I_{к.з.}$ – номінальний струм

плавкої вставки запобіжника; $I_{\text{авт}}^{\text{н}}$ – номінальний струм спрацьовування автомата захисту.

Блокування

Блокування – установка пристроїв, що відключають живлення електроустановки при спробі несанкціонованого доступу до неї і застосовують в електроустановках, в яких часто виконуються роботи на струмоведучих частинах (випробувальні стени, установки для випробування ізоляції підвищеною напругою і т. п.). Блокування також застосовують в конструкціях рубильників, пускачів, автоматичних вимикачів та інших електричних апаратів, що працюють в умовах, при яких ставляться підвищені вимоги безпеки (наприклад, суднові, підземні та інші електроустановки). Блокування за принципом дії поділяють на електричні й механічні.

Електричні блокування забезпечують розрив ланцюга живлення спеціальними контактами, що встановлюють на дверях огорожень, кришках і дверцятах захисних кожухів ЕУ. Такі механічні блокування не повинні дозволяти її відкривання, зняття захисного кожуха ЕУ зі збереженням напруги живлення і, навпаки – включення електричного апарата при відкритій (знятій) кришці.

В апаратурі автоматики, обчислювальних машинах, радіоустановках та інших електронних пристроях застосовують блокові схеми, що також забезпечують механічне блокування. У загальному корпусі на окремих платах встановлюють окремі блоки, що з'єднуються з іншими пристроями штепсельним з'єднанням. При висуванні або видаленні блоку зі свого місця штепсельне з'єднання розмикається і блок автоматично відключається.

Захисне відключення

Захисне відключення є додатковим захистом, що забезпечує автоматичне відключення електроустановки з появою в ній небезпеки ураження людини електричним струмом. Основними параметрами пристроїв захисного відключення (ПЗВ) є величина струму, наприклад, в схемі захисного заземлення, на який реагує пристрій, і його швидкодія.

Питання для самоперевірки до розділу 7.8.6

1. Які основні методи застосовуються в електроустановках для захисту від ураження людини електричним струмом?
2. Викладіть сутність методу використання необхідного типу ізоляції.
3. Які існують типи ізоляції?
4. В чому полягає сутність методу забезпечення недоступності струмоведучих частин ЕУ?
5. В яких випадках застосовують метод електричного розподілу мереж?
6. В чому полягає сутність методу електричного розподілу мереж?
7. Накресліть схему, що реалізує метод електричного розподілу мереж.
8. В чому полягає мета методу застосування малих напруг?
9. Накресліть схему живлення електроустановки малою напругою через понижуючий трансформатор.
10. Наведіть визначення захисного заземлення.
11. Що є метою захисного заземлення?
12. В чому полягає дія захисного заземлення?
13. Вкажіть область застосування захисного заземлення.
14. З яких конструктивних елементів складається захисний заземлюючий пристрій?
15. Чи дозволяється використовувати, як захисне заземлення трубопроводи паливних рідин, газів, а також трубопроводи, покриті ізоляцією?
16. Наведіть визначення занулення електроустановки.
17. Що є метою занулення?
18. В чому полягає дія занулення?
19. Вкажіть область застосування занулення.
20. Наведіть визначення методу блокування.
21. Що є метою методу блокування?
22. Як спрацьовують блокуючі пристрої?
23. В яких вузлах та елементах електроустановки застосовують блокування ?
24. Викладіть суть методу захисного відключення.

7.8.7. Надання долікарської допомоги при ураженні людини електричним струмом

Перша допомога при нещасних випадках – це комплекс заходів, спрямованих на відновлення або збереження життя і здоров'я потерпілого. Нещасні випадки, як правило, відбуваються в місцях, де медичний персонал відсутній і швидко повідомити про те, що трапилося, в медичну установу досить скрутно або неможливо.

Для надання долікарської допомоги на ділянках і в цехах повинні бути передбачені аптечки і сумки першої допомоги з набором необхідних засобів. На підприємствах рекомендується мати апарат для виконання штучного дихання з набором інструментів для розкриття рота, витягування й утримання язика, а також носилки.

При ураженні людини електричним струмом необхідно якнайшвидше звільнити її від дії струму, тому що від тривалості цієї дії залежить важкість електротравми.

Заходи першої допомоги при оживленні людини залежать від її стану. Тому цикл реанімації складається з двох частин:

1. Швидке визначення стану потерпілого.
2. Енергійне кваліфіковане надання долікарської допомоги.

Для визначення стану постраждалого потрібно укласти його на спину й перевірити наявність дихання і серцевих скорочень.

Наявність дихання в потерпілого визначають за підйомом і опусканням грудної клітки під час самостійного вдиху й видиху. При порушенні дихання потерпілий має потребу в проведенні штучного дихання.

При наявності серцевих скорочень пульс найкраще перевіряти по сонній артерії. Відсутність пульсу на ній свідчить, як правило, про припинення руху крові в організмі.

Про відсутність кровообігу в організмі можна судити за станом очних зіниць, які в цьому випадку розширені. При відсутності пульсу необхідний зовнішній масаж серця.

Перевірка стану потерпілого, включаючи надання його тілу відповідного положення, перевірку дихання, пульсу і стану зіниць, повинна виконуватися швидко – протягом 15...20 с.

У період уявної або клінічної смерті протягом 4...5 хв. зміни на останньому рівні життєзабезпечення людини ще оборотні й її можна врятувати. Отже, допомога потерпілому повин-

на бути зроблена кваліфіковано, протягом перших 4...5 хв. Основні методи долікарської допомоги включають: штучне дихання «рот у рот», «рот у ніс», а також зовнішній масаж серця.

Для проведення штучного дихання потерпілого потрібно укласти на спину на тверду основу, розстебнути одяг і забезпечити прохідність верхніх дихальних шляхів, які можуть бути закриті запалим язиком, сторонньою речовиною або предметом у порожнині рота. Голову потерпілого треба повернути набік, очистити рот пальцем, обгорненим марлею або хусткою. Після цього той, хто надає допомогу, одну руку підсуває потерпілому під шию, а долонею іншої надавлює на чоло, максимально закидаючи голову назад. При цьому корінь язика відходить від задньої стінки гортані, відкриваючи вільний доступ повітря в легені, а рот відкривається.

Штучне дихання виконують в такий спосіб. Глибоко вдихнувши, той, хто надає допомогу, робить енергійний видих у рот потерпілого. Як тільки грудна клітка потерпілого піднялася, наповнення повітря припиняють. Після цього у потерпілого відбувається пасивний видих. Якщо пульс у потерпілого визначається добре, то інтервал між вдуванням повітря повинен складати 5 с (12 дихальних циклів на хвилину).

При зупинці серця, не втрачаючи ні секунди, потерпілого треба укласти на тверду основу і звільнити від одягу, оголити груди. Далі прощупуванням потрібно визначити місце натиснення: воно повинне знаходитися на два пальці вище м'якого кінця грудини. Після цього той, хто надає допомогу, повинен покласти на це місце долоню однієї руки, а поверх неї під кутом 90^0 – долоню другої руки. Надавлювати треба швидким поштовхом, злегка допомагаючи нахилом усього корпусу. Нижня частина грудини у потерпілого при натисненні повинна зміститися вниз на 3...5 см. Тривалість натиснення – не більше 0,5 с, з інтервалом 0,5 с. З появою самостійного пульсу, що свідчить про відновлення серцевої діяльності, потрібно негайно припинити масаж серця, але продовжувати проведення штучного дихання.

Штучне дихання і непрямий масаж серця необхідно проводити до відновлення стійкого самостійного дихання й діяльності серця в потерпілого або до передачі його медичному персоналу.

Питання для самоперевірки до розділу 7.8.7

1. Викладіть етапи надання долікарської допомоги потерпілому при ураженні електричним струмом.
2. Який максимальний відрізок часу повинна займати перевірка стану потерпілого, що включає надання його тілу відповідного положення, перевірку дихання, пульсу й стану зіниць?
3. Як здійснюють перевірку пульсу в постраждалого?
4. Як проводять штучне дихання?
5. Який інтервал повинен бути між вдуванням повітря постраждалому при проведенні штучного дихання?
6. Викладіть правила виконання зовнішнього масажу серця.
7. До якого моменту необхідно проводити штучне дихання і непрямий масаж серця?

7.9. Пожежна безпека

Пожежна безпека забезпечується системою профілактичних протипожежних заходів та відповідних засобів, спрямованих на зменшення можливості виникнення пожеж, обмеження поширення вогню, гасіння вогню і захист людей у випадку пожежі.

Профілактичні протипожежні заходи класифікуються, як організаційні, технічні, експлуатаційні й режимні.

Організаційні заходи: навчання персоналу протипожежним правилам; проходження протипожежної підготовки; проведення періодичних інструктажів; проведення протипожежних тренувань; створення добровільних пожежних дружин; видання необхідних інструкцій і плакатів по протипожежній техніці.

До технічних заходів відносяться: дотримання протипожежних норм при проектуванні й спорудженні будинків (застосування будівельних матеріалів, що відповідають визначеним вимогам, ступеню вогнестійкості будинків і межах вогнестійкості будівельних конструкцій); дотримання необхідних умов при виборі електроустаткування; пристрій захисного заземлення устаткування, захисту від електростатичних розрядів, блискавкозахисту.

Експлуатаційні заходи: правильна технічна експлуатація електроустаткування; дотримання номінальних чи допустимих режимів роботи; якісне виконання ремонтів; правильна експлуатація будинків і споруд, що полягає в дотриманні протипожежного режиму, наявності та утримуванні в належному стані евакуаційних виходів, улаштуванні аварійного освітлення, утримання у справності систем вентиляції, первинних засобів пожежегасіння; утримання в належному стані території підприємства та місця виконання робіт, що полягає в своєчасному збиранні й вивозу сміття, наявності у належному стані проїзних доріг, утримання у справному стані пожежних гідрантів, водойм та інших джерел водопостачання.

Режимні заходи: обмеження застосування відкритого вогню; виділення спеціального місця для паління; організація проведення електро- і газозварювальних робіт з урахуванням протипожежної безпеки.

Всі будинки, споруди й виробничі приміщення підпри-

ємства повинні бути забезпечені відповідними первинними засобами пожежегасіння. До первинних засобів пожежегасіння відносяться вогнегасники, багри, відра, сокири, ящики з піском, повстяні ковдри та ін. Перелік, тип та кількість первинних засобів пожежегасіння залежить від категорії виробничого приміщення за вибухо- та пожежонебезпечністю і встановлені відповідними нормативними документами. Для вказівки місцезнаходження первинних засобів гасіння пожежі встановлюють знаки всередині та поза приміщеннями. Первинні засоби, що призначені для гасіння пожежі на території підприємства, повинні бути розміщені на спеціальних протипожежних щитах.

Питання для самоперевірки до розділу 7.9

1. Які складові включає система забезпечення пожежної безпеки на підприємстві?
2. В чому полягають організаційні протипожежні заходи?
3. В чому полягають технічні протипожежні заходи?
4. Які вимоги ставляться при проектуванні й спорудженні будинків в плані забезпечення пожежної безпеки?
5. Як забезпечується протипожежна безпека електричних установок?
6. В чому полягають експлуатаційні протипожежні заходи?
7. В чому полягають режимні протипожежні заходи?
8. Що відноситься до первинних засобів пожежегасіння?

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ КРІПЛЕННЯ АНКЕРНИХ БОЛТІВ АКРИЛОВИМИ КЛЕЯМИ

Для вибору оптимального способу провадження робіт з існуючих, виконують їхню оцінку з залученням техніко-економічних показників, що характеризують витрати часу, праці й матеріально-технічних ресурсів.

У розглянутому випадку, як еталонний обраний спосіб кріплення устаткування до фундаментів за допомогою анкерів, закріплених у бетонну свердловину. Свердловина виконують пневмоперфоратором, що живиться від пересувної компресорної станції продуктивністю 5 м³/год. При розгляді цього способу прийняті два варіанти провадження робіт: послідовний і паралельний.

Розрахунок тривалості анкероустановочних робіт на акрилових клеях і їхньої трудомісткості виконаний на підставі хронометражних спостережень.

Для визначення техніко-економічної ефективності застосування розробленого способу установки анкерних болтів, обраний варіант кріплення технологічного устаткування до існуючих фундаментів. Як приклад розрахунку наведено впровадження способу кріплення устаткування анкерними болтами, установленими на акриловому клеї, що здійснювали на Одеському заводі радіально-свердлильних верстатів. На цьому заводі було встановлено 108 одиниць верстатного устаткування за допомогою 1244 фундаментних болтів.

Як було зазначено вище, в якості еталонного способу прийнятий метод кріплення устаткування до готового фундаменту за допомогою анкерів, зашпарованих у бетонну свердловину розміром 900 х 900 х 900 мм. За еталонним способом готовність анкера до прийняття навантажень наступала через 14 діб, після набору бетоном 70 % міцності. При розмірі верхнього (першого) шару шанця 900 х 900 мм і нижнього (дванадцятого) 570 х 570 мм, з урахуванням максимального розміру отворів до 300 мм, за даною технологією загальна їх кількість і питома вага бетону, що розбивається в крихту при свердлінні, становили:

- 1^й шар по 9 отворів при розбиванні в крихту 65 %.
- 2^й і 3^й шари по 8 отворів при розбиванні в крихту 70 %.
- 4^й шар по 7 отворів при розбиванні в крихту 70 %.
- 5^й і 6^й шар по 6 отворів при розбиванні в крихту 70 %.
- 7^й і 8^й шар по 5 отворів при розбиванні в крихту 75 %.
- 9^й і 10^й шар по 4 отвори при розбиванні в крихту 75 %.
- 11^й і 12^й шар по 3 отвори при розбиванні в крихту 85 %.

Витрати праці на улаштування свердловин в готовому фундаменті з урахуванням видалення будівельного сміття (ЕНИР § 20-1-143, табл. 1 п. 36) склали:

$$Z_{\text{пр}} = (9 \cdot 65 + 16 \cdot 70 + 7 \cdot 70 + 12 \cdot 70 + 10 \cdot 75 + 8 \cdot 75 + \\ + 6 \cdot 85) \cdot 0,01 \cdot 0,15 + 0,38 \cdot 1,25 = 7,815 \text{ чол.год.}$$

У табл. 8.1. наведені розрахунки витрат праці на будівельно-монтажні роботи за еталонним і розробленим способом кріплення устаткування за допомогою анкерних болтів. З аналізу табл. 8.1 видно, що при впровадженні запропонованого способу, на один анкерний болт заощаджується 0,506 м³ бетону класу В15 і 2 кг сталі, при використанні 0,262 кг акрилового клею.

Визначення трудомісткості при використанні анкерних болтів діаметром d 24 мм на акриловому й епоксидному клеях наведене в табл. 8.2 – 8.4. З даних таблиць видно, що трудомісткість установки анкерних болтів на акриловому клеї за інших рівних умов нижче, ніж на епоксидному клеї.

Аналіз результатів використання послідовного й паралельного способів виробництва анкероустановочних робіт з використанням акрилового клею свідчить про наступне. Тривалість установки анкерних болтів і трудомісткість робіт при послідовному способі збігаються між собою, не будучи постійними, і залежать істотно від технологічної життєздатності акрилового клею.

При паралельному способі виробництва анкероустановочних робіт тривалість і трудомісткість відрізняються між собою на величину сполучення паралельно виконуваних процесів. Поза залежністю від технологічної життєздатності клею ці показники залишаються постійними.

Таблиця 8.1- Вихідні дані для розрахунку ефективності кріплення технологічного устаткування за допомогою анкерних болтів, установлених на акриловому клеї

Найменування	Одиниця виміру	Обсяг	Обґрунтування
Еталонний спосіб кріплення 1. Кількість болтів $d = 24$ мм, установлюваних у свердловини	шт.	1244	
2. Обсяг бетону класу В 15, що підлягає вирубці для улаштування свердловин	м ³	629,5	$V = \frac{1,01 \cdot 0,9}{3} (0,9 \cdot 0,9 + 0,57 \cdot 0,57 + 0,735 \cdot 0,135) = 0,506 \text{ м}^3$
3. Заливання свердловин бетоном класу В15	м ³	629,5	$V_{\text{заг}} = 0,506 \cdot 1244 = 629,5$
4. Маса анкерного болта $d = 24$ мм при установці в свердловини (довжина частини, що зашпаровується у бетон – 800 мм, поза бетоном – 200 мм)	кг	4416	Вага одного погонного метра анкера 3,55 кг $1,0 \cdot 3,55 \cdot 1244 = 4416 \text{ кг}$
Запропонований спосіб кріплення 1. Кількість анкерних болтів, установлюваних на акриловому клеї	шт.	1244	
2. Маса анкерного болта $d = 24$ мм при установці на акриловому клеї (довжина частини, що зашпаровується становить $10 d$ анкера – 250 мм; поза бетоном – 200 мм)	кг	1928	$V = 4,52 \cdot 44 \cdot 7,8 \cdot 10^{-3} = 1,55 \text{ кг}$ $V_{\text{заг}} = 1,55 \cdot 1244 = 1928 \text{ кг}$
3. Витрата акрилового клею	кг	326	$V = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 2,4}{4} \cdot 2 \cdot (3,4^2 - 2,4^2) \cdot 1,2 = 262 \text{ ад}$ $V_{\text{заг}} = 1244 \cdot 0,262 = 326 \text{ ад}$

Таблиця 8.2 – Експлуатація машин і механізмів при обладнанні свердловин

Найменування	Одиниця виміру	Обсяг робіт
1. Компресор пересувний, продуктивністю 6 м ³ /год	м/см	711,0
2. Пневмоперфоратор (споживання повітря 1,8 м ³ /год)	м/см	1422,0
3. Газовий різак, обсягом робіт: $0,5:6,82 \cdot 0,506 = 0,037$ (де 0,5 год. – час різання арматури на 1 м ³ залізобетону 0,506 - обсяг бетону в шанцях)	м/см	0,037

Таблиця 8.3– Техніко-економічні показники пристрою анкерних болтів запропонованим та еталонним методами

Найменування робіт	Одиниця виміру	Кількість	Витрати праці чол.-год.		Обґрунтування
			на одиницю	на весь обсяг	
<i>Еталонний спосіб кріплення</i>					
1. Кріплення устаткування до фундаментів за допомогою анкерів, забитих у бетонну свердловину	шт.	1244	7,82	9721,9	
2. Установка анкерних болтів d 24 мм	т	4,416	210	927,4	6-83
3. Заливання бетону В15 у свердловину	м ³	629,5	22,9	14415,5	46-22
РАЗОМ:				25064,85	
<i>Запропонований спосіб кріплення анкерних болтів d 24 мм акриловим клеєм</i>	шт.	1244	0,49	610,3	

Таблиця 8.4 – Розрахунок витрат праці на улаштування
10 анкерних болтів d 24 мм

Найменування робіт	Одиниця виміру	Кількість	Порівняння варіантів		Обґрунтування прийнятої трудомісткості
			на епоксидно-му клеї, чол.-год.	на акриловому клеї, чол. – год.	
1	2	3	4	5	6
1. Розмітка місць, буріння свердловин	1 болт	10	0,29	0,29	Місцеві норми комбінату Дніпрометалургбуд (ДМБ)
2. Буріння свердловин в бетоні:					
а) перестановка пневмоперфоратора в процесі його роботи й установка його в робоче положення	"-	"-	0,39	0,39	
б) Буріння свердловин під болти	"-	"-	1,20	1,20	
в) продувка свердловин	"-	"-	0,23	0,23	
г) виготовлення дерев'яних пробок і закриття ними свердловин до установки болтів	"-	"-	0,23	0,23	
РАЗОМ:			2,05	2,05	
3. Готування клею:			0,29	-	
а) пластифікація					
- зважування компонентів	"-	"-	0,14	-	
- змішування смоли з пластифікатором	"-	"-	0,29	-	
б) готування клею					
- зважування компонентів	"-	"-	0,14	0,14	
- змішування компонентів	"-	"-	0,29	0,29	
РАЗОМ:			0,86	0,43	

Продовження таблиці 8.4

1	2	3	4	5	6
4. Установка анкерних болтів					
а) опускання болтів у бачок із сірчаною кислотою для протравляння	1 болт	10	0,07	0,07	
б) перенесення анкерних болтів на відстань 30 м	-"-	-"-	0,007	0,007	
в) витирання болтів ганчір'ям, змоченою в ацетоні	-"-	-"-	0,20	0,20	Місцеві норми комбінату Дніпрометалургбуд (ДМБ)
г) заливання шпар клеєм	-"-	-"-	0,16	0,10	
д) установка болтів в готові шпари	-"-	-"-	0,26	0,16	
е) вивірка відстаней між установленими болтами за допомогою метра	-"-	-"-	0,16	0,16	
5. Експлуатація комплекту машин	-"-	-"-	1,67	1,67	
РАЗОМ:			5,5	4,9	
Трудомісткість улаштування одного болта, чол.-год.	-"-	-"-	0,55	0,49	

Таким чином, перевага запропонованого методу кріплення анкерних болтів з використанням акрилового клею полягає в значній економії витрат праці і часу. Згідно з наведеними розрахунками, що підтверджені практикою, введення в експлуатацію верстатів на ОЗРС скоротилося у 14 разів.

Запитання для контрольних робіт студентів усіх форм навчання

1. Для чого необхідні анкерні болти?
2. Скільки мається груп глухих анкерних болтів?
3. Чим відрізняються глухі анкерні болти від знімних?
4. Від чого залежить глибина закладення анкерних болтів
5. Чим відрізняються конструкції глухих анкерних болтів, встановлюваних до бетонування фундаменту, від конструкцій болтів, встановлюваних в існуючі чи готові фундаменти?
6. Які існують діапазони застосування глухих анкерних болтів залежно від їхньої конструкції?
7. Які існують види конструкцій знімних анкерних болтів?
8. Які існують конструкції стиків «фундамент-устаткування»?
9. Які види навантаження передаються на анкерні болти і фундаменти під устаткування?
10. Яким чином передається навантаження на фундамент залежно від способу обпирання устаткування на нього?
11. Від чого залежить застосування марок сталі для виготовлення анкерних болтів?
12. У яких випадках застосовують нелеговані і низьколеговані марки сталей анкерних болтів?
13. Які існують температурні режими для вибору марки сталі анкерних болтів?
14. Які застосовуються матеріали для закладення анкерних болтів у бетон готових чи існуючих фундаментів?
15. Які полімерні клеї застосовуються для закладення анкерних болтів і їх фізико-механічні властивості?
16. Технологічні властивості клеїв, застосовуваних для кріплення анкерних болтів?
17. Час твердіння клеїв і цементно-піщаних сумішей і від чого він залежить?
18. Від чого залежать склад клеїв і сумішей, застосовуваних для закладення болтів?
19. Види навантажень, що впливають на анкерні болти?
20. У яких випадках використовуються конструктивні болти?

21. На які конструкції анкерних болтів поширюються обмеження і які?
22. Як визначається площа перетину болта залежно від виду навантаження?
23. Що таке зусилля попереднього затягування болтів і від чого залежить його величина?
24. Які коефіцієнти використовуються при розрахунку анкерних болтів і від чого вони залежать?
25. Як визначаються анкерні болти на кресленнях при їхньому проектуванні?
26. Які виникають напруги і деформації в елементах анкерного клейового з'єднання?
27. Від чого залежать величини напруг і деформацій в елементах клейових анкерів?
28. Який характер розподілу напруг в елементах клейового анкера?
29. Як впливають на напружений стан з'єднання фізико-механічні властивості клеїв і бетону?
30. Як впливає геометрія анкерного з'єднання на його напружений стан?
31. Для чого необхідний розрахунок анкерного з'єднання і в чому він полягає?
32. Які основні операції складають технологію установки анкерних болтів у бетоні?
33. Які види механізованого ручного інструмента використовуються для буріння чи свердління свердловин у бетоні?
34. Що є робочим органом бурового інструмента і його види?
35. Для чого необхідні бурові штанги і їх конструкція?
36. які відмінності готування сумішей і клеїв залежно від виду сполучного?
37. Як визначаються вагові дози клеїв і сумішей?
38. Чим відрізняється технологія установки анкерних болтів до бетонування фундаментів і в існуюче?
39. У чому полягає підготовка поверхонь бетону свердловин і анкерних болтів при їхньому закладенні клеями чи сумішами?
40. Які існують технологічні схеми установки розклинених болтів?

41. Як залежить спосіб установки болтів у свердловини від технологічних властивостей клеїв і сумішей?
42. Який застосовується інструмент для попереднього затягування болтів?
43. У чому полягає контроль якості провадження робіт при установці анкерних болтів?
44. Для чого необхідна вивірка устаткування при його монтажі?
45. Які існують опорні елементи для установки і вивірки устаткування?
46. Як визначається сумарна площа обпирання тимчасових опорних елементів і їхня вантажопідйомність?
47. Як здійснюється вивірка устаткування за допомогою опорних елементів з металу?
48. Як здійснюється вивірка устаткування на твердих бетонних подушках?
49. Навіщо необхідна підлива устаткування?
50. З якого матеріалу здійснюється підлива устаткування і коли вона виробляється?
51. Які існують способи обпирання сталевих колон на фундаменти?
52. На підставі яких законів здійснюється вирішення питань з охорони праці в Україні ?
53. У чому полягають принципи державної політики в області охорони праці в Україні ?
54. Яким документом регулюються взаємини між власником і працівниками в області охорони праці на конкретному підприємстві ?
55. Які основні позиції з охорони праці повинні бути відбиті в колективному договорі ?
56. Основні положення з охорони праці жінок.
57. Основні положення з охорони праці неповнолітніх.
58. Які обмеження накладаються нормативними положеннями в організації праці неповнолітніх ?
59. Основні положення з охорони праці інвалідів.
60. Положення про медичний огляд працівників
61. Хто повинен забезпечувати організацію і проведення медоглядів на підприємстві ?
62. Види і мета медичних оглядів на підприємстві ?

63. Класифікація нормативно-правових актів з охорони праці.
64. Види відповідальності за порушення законодавства з охорони праці.
65. Суть дисциплінарної відповідальності.
66. Суть адміністративної відповідальності.
67. Суть матеріальної відповідальності.
68. Суть кримінальної відповідальності.
69. Які органи забезпечують керування охороною праці на рівні держави ?
70. Функції органів, що забезпечують керування охороною праці на рівні держави.
71. Які основні функції й завдання відносяться до області керування охороною праці ?
72. Які положення встановлені з організації служби охорони праці на підприємстві ?
73. Завдання служби охорони праці на підприємстві.
74. Які функції покладаються на службу охорони праці на підприємстві ?
75. Які положення встановлені для комісії з питань охорони праці на підприємстві ?
76. Класифікація інструкцій з охорони праці на підприємстві.
77. Які розділи повинна містити інструкція з охорони праці ?
78. Зміст розділу « Загальні положення » .
79. Зміст розділу « Вимоги безпеки перед початком роботи » .
80. Зміст розділу « Вимоги безпеки під час роботи » .
81. Зміст розділу « Вимоги безпеки по закінченні роботи » .
82. Зміст розділу « Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях » .
83. Які встановлені правила й терміни в розробці та перегляді інструкцій з охорони праці ?
84. Принципи державної політики щодо навчання працівників у галузі охорони праці.
85. Які встановлені правила в підготовці персоналу для робіт з підвищеною небезпекою ?
86. Правила підготовки посадових осіб з охорони праці.
87. Види інструктажів з охорони праці.
88. Зміст, правила проведення вступного інструктажу з охорони праці.
89. Зміст, правила проведення первинного інструктажу.
90. Зміст, періодичність проведення повторного інструктажу.

91. Зміст, правила проведення позапланового інструктажу.
92. Зміст, правила проведення цільового інструктажу.
93. Навести визначення шкідливих речовин.
94. Класифікація шкідливих речовин за ступенем впливу на організм людини.
95. Класифікація виробничого пилу за походженням.
96. Класифікація виробничого пилу за способом утворення.
97. Класифікація виробничого пилу за розмірами часток.
98. Мета класифікації виробничого пилу.
99. Вплив хімічного складу й розчинності пилу на організм людини.
100. Вплив дисперсності та форми часток пилу на організм людини.
101. Вплив вибухонебезпечності та електрозарядженості пилу на організм людини.
102. Вплив радіоактивності пилу на організм людини.
103. Які професійні захворювання виникають у працюючих в середовищі з підвищеною запиленістю повітря ?
104. Навести визначення гранично допустимої концентрації пилу.
105. Викласти класифікацію методів контролю запиленості повітря.
106. Описати суть та навести приклади методів якісного аналізу пилу.
107. Описати суть та навести приклади методів кількісного аналізу пилу.
108. Навести класифікацію заходів та засобів захисту працюючих в середовищі з підвищеною концентрацією пилу.
109. Дати перелік організаційних заходів, направлених на захист здоров'я працюючих.
110. Навести перелік медико-профілактичних заходів.
111. Описати основні технічні колективні заходи захисту від підвищеної запиленості.
112. Дати опис основних технічних індивідуальних засобів захисту від підвищеної запиленості.
113. Класифікація виробничих отрут за характером впливу на організм людини.
114. Класифікація виробничих отрут за шляхом проникнення в організм людини.

115. Класифікація виробничих отрут за ступенем токсичності.
116. Які професійні захворювання можуть виникати в працюючих у середовищі з виробничими отрутами ?
117. Яка роль механізму адаптації в розвитку впливу виробничих отрут на організм людини?
118. Правила проведення контролю концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони.
119. Викласти методи якісного аналізу шкідливих речовин.
120. Викласти методи кількісного аналізу шкідливих речовин.
121. Які застосовують методи і засоби профілактики та захисту працюючих від впливу шкідливих речовин.
122. Описати архітектурно-планувальні рішення.
123. Описати колективні технічні засоби захисту.
124. Описати індивідуальні засоби захисту працюючих від впливу виробничих отрут.
125. Навести визначення шуму.
126. Класифікація шуму за характером спектра.
127. Класифікація виробничого шуму за часовими характеристиками.
128. Що називається октавною смугою частот ?
129. Як розраховується середньгеометрична частота октавної полоси ?
130. Навести основні характеристики шуму.
131. У чому полягає особливість сприйняття шуму звуковим аналізатором людини ?
132. Відносні характеристики шуму.
133. Які основні явища спостерігаються при поширенні звукових коливань у повітрі ?
134. Сутність явища дифракції звукової хвилі.
135. Сутність явища інтерференції звукових хвиль.
136. У чому виражається негативний вплив шуму на організм людини?
137. Нормування (встановлення гранично допустимих рівнів) шуму.
138. Які методи використовують для дослідження шуму?
139. Правила виміру шуму на робочих місцях.
140. Класифікація заходів і засобів захисту від шуму.
141. Організаційні й архітектурно-планувальні заходи захисту від шуму.

142. Медико-профілактичні заходи захисту від шуму.
143. Технічні колективні заходи і засоби захисту від шуму.
144. Індивідуальні засоби захисту від шуму.
145. Навести визначення виробничої вібрації.
146. Класифікація виробничої вібрації за дією на організм людини.
147. Класифікація виробничої вібрації за способом передачі на організм людини.
148. Класифікація виробничої вібрації за спектральними характеристиками.
149. Класифікація виробничої вібрації за часовими характеристиками.
150. Дія вібрації на організм людини.
151. Якими абсолютними параметрами характеризується виробнича вібрація?
152. Назвати відносні характеристики вібрації.
153. Нормування (встановлення гранично допустимих рівнів) виробничої вібрації.
154. Визначення допустимих значень вібраційних впливів на працюючих.
155. Колективні методи захисту від вібрації.
156. Колективні засоби захисту від вібрації.
157. Суть методу відстройки від резонансної частоти.
158. Метод динамічного віброгасіння.
159. Метод віброізоляції.
160. Метод вібродемпфування.
161. Індивідуальні засоби захисту працюючих від впливу вібрації.
162. Які основні вимоги ставляться до систем виробничого освітлення?
163. Наведіть основні світлотехнічні величини.
164. Які показники характеризують працездатність зорового аналізатора людини?
165. В чому виражається вплив незадовільної освітленості робочого місця на людину?
166. Класифікація типів природного освітлення.
167. Методика нормування природного освітлення.
168. Наведіть методику розрахунку потрібної площі світлових прорізів у виробничому приміщенні.

169. Як нормується сумісне освітлення?
170. Класифікація систем штучного освітлення за функціональним призначенням.
171. Класифікація штучного освітлення за типом розташування джерел світла.
172. Як нормується штучна освітленість?
173. Навести методику розрахунку системи штучного освітлення методом коефіцієнта використання світлового потоку.
174. На якому етапі повинні вирішуватися питання забезпечення безпеки праці?
175. Викладіть загальні вимоги безпеки до виробничих процесів.
176. Як позначається виконання ергономічних вимог до організації робочого місця на процесі праці?
177. Викладіть вимоги безпеки при транспортуванні вантажів.
178. В якій проектно-технологічній документації розробляють та викладають питання забезпечення безпеки й виробничої санітарії при організації безпечного виконання підготовчих робіт з кріплення технологічного обладнання й металевих конструкцій до фундаментів та при реконструкції підприємств?
179. Які додаткові вихідні дані повинен надати замовник проектній організації для розробки ПОБ?
180. Які основні організаційні заходи з охорони праці передбачають при реконструкції промислових підприємств, кріпленні технологічного обладнання й металевих конструкцій до фундаментів?
181. З ким узгоджують розроблені заходи з охорони праці?
182. На кого покладена розробка заходів по забезпеченню безпеки протікання технологічного процесу в цехах?
183. Які заходи безпеки приймають при виникненні в ході робіт з реконструкції непередбачених ситуацій, що створюють небезпеку для працюючих ?
184. Як оформляють дозвіл на виконання робіт на території діючого цеху?
185. Як оформляють наряд-допуск на виробництво робіт?
186. Які роботи відносяться до категорії робіт з підвищеною небезпекою ?

187. Які підготовчі роботи з забезпечення безпеки праці виконують до розбирання фундаментів?
188. З якою метою виконують повторний огляд фундаменту перед початком робіт з його розбирання?
189. Які організаційні заходи з охорони праці передбачають при експлуатації лебідок для забезпечення безпеки праці?
190. Які заходи необхідно виконати при використанні монтажних лебідок трубоукладачів чи монтажних кранів для забезпечення безпеки праці ?
191. Які правила встановлені відносно місця розташування лебідки ?
192. Які технічні заходи з охорони праці при використовують експлуатації лебідок?
193. За якою формулою визначають масу баласту?
194. Як визначають навантаження лебідки?
195. Які встановлені правила безпеки відносно закріплення лебідки?
196. Які правила електробезпеки необхідно виконувати при експлуатації лебідок?
197. Які вимоги ставляться до гальм лебідки?
198. Яка повинна бути довжина каната та кріплення його кінця до барабана при підйомі вантажу?
199. Які вимоги ставляться до закріплення й розташування каната на барабані лебідки?
200. Як уникають крутіння та розгойдування вантажу при його підйомі за допомогою лебідки?
201. Які встановлені правила технічного огляду та випробування лебідок?
202. В якому разі гвинтовий домкрат вважається непридатним для подальшої експлуатації?
203. Які вимоги ставляться до стану трубопроводів гідравлічних і пневматичних домкратів ?
204. Які допоміжні пристрої безпеки встановлюють на гідравлічних, пневматичних і домкратах з електричним приводом?
205. Яких правил електробезпеки необхідно дотримуватись при експлуатації електричних домкратів?

206. Які засоби безпеки передбачені в конструкції рейкових та гвинтових домкратів?
207. Викладіть правила випробування домкратів.
208. Яка основна вимога ставиться при виборі блока для безпечного виконання робіт?
209. За якою формулою визначають можливість використання блоку?
210. В чому полягає огляд поліспаств та блоків перед началом виконання робіт. Мета такого огляду?
211. Викладіть як і в які строки проводять випробування блоків і поліспаств?
212. Як вибирають тип перфоратора для буравлення шпурів?
213. Викладіть правила безпечного провадження робіт з перфораторами.
214. Перелічіть засоби захисту працюючих з перфораторами.
215. Які встановлені правила виробничої санітарії для забезпечення охорони здоров'я працюючих при приготуванні акрилового клею?
216. За виконання яких умов робітники допускаються до виконання робіт з кріплення анкерних болтів?
217. Які встановлені правила виробничої санітарії для забезпечення охорони здоров'я працюючих при приготуванні епоксидного клею?
218. В які засоби індивідуального захисту повинні бути екіпіровані працюючі при виконанні робіт з кріплення анкерних болтів за допомогою клеїв?
219. Які основні методи застосовуються в електроустановках для захисту від ураження людини електричним струмом?
220. Викладіть сутність методу використання необхідного типу ізоляції.
221. Які існують типи ізоляції?
222. В чому полягає сутність методу забезпечення недоступності струмоведучих частин ЕУ?
223. В яких випадках застосовують метод електричного розподілу мереж?
224. В чому полягає сутність методу електричного розподілу мереж?
225. Накресліть схему, що реалізує метод електричного розподілу мереж.

226. В чому полягає мета методу застосування малих напруг?
227. Накресліть схему живлення електроустановки малою напругою через понижуючий трансформатор.
228. Наведіть визначення захисного заземлення.
229. Що є метою захисного заземлення?
230. В чому полягає дія захисного заземлення?
231. Вкажіть область застосування захисного заземлення.
232. З яких конструктивних елементів складається захисний заземлюючий пристрій?
233. Чи дозволяється використовувати, як захисне заземлення трубопроводи пальних рідин, газів, а також трубопроводи, покриті ізоляцією?
234. Наведіть визначення занулення електроустановки.
235. Що є метою занулення?
236. В чому полягає дія занулення?
237. Вкажіть область застосування занулення.
238. Наведіть визначення методу блокування.
239. Що є метою методу блокування?
240. Як спрацювають блокуючі пристрої?
241. В яких вузлах та елементах електроустановки застосовують блокування?
242. Викладіть суть методу захисного відключення.
243. Викладіть етапи надання долікарської допомоги потерпілому при ураженні електричним струмом.
244. Який максимальний відрізок часу повинна займати перевірка стану потерпілого, що включає надання його тілу відповідного положення, перевірку дихання, пульсу й стану зіниць?
245. Як здійснюють перевірку пульсу в постраждалого?
246. Як проводять штучне дихання?
247. Який інтервал повинен бути між вдуванням повітря постраждалому при проведенні штучного дихання?
248. Викладіть правила виконання зовнішнього масажу серця.
249. До якого моменту необхідно проводити штучне дихання і непрямий масаж серця?
250. Які складові включає система забезпечення пожежної безпеки на підприємстві?
251. В чому полягають організаційні протипожежні заходи?
252. В чому полягають технічні протипожежні заходи?

- 253. Які вимоги ставляться до при проектуванні й спорудженні будинків в плані забезпечення пожежної безпеки?
- 254. Як забезпечується протипожежна безпека електричних установок?
- 255. В чому полягають експлуатаційні протипожежні заходи?
- 256. В чому полягають режимні протипожежні заходи ?
- 257. Що відноситься до первинних засобів пожежегасіння

ВИСНОВКИ

Конструкції анкерних болтів і способи кріплення устаткування і металевих конструкцій до готових фундаментів, бетонних та залізобетонних конструкцій у нашій країні і за рубежом постійно удосконалюються. Аналіз розглянутих у навчальному посібнику конструкцій анкерних болтів і способів кріплення устаткування показує наступне. Установка анкерних болтів у пробурені свердловини в готових фундаментах і бетонних чи залізобетонних конструкціях є найбільш прогресивним способом анкероустановочних робіт. Цей спосіб дозволяє значно знизити їх вартість і трудомісткість, підвищити якість, скоротити терміни будівництва.

Застосування знімних самоанкеруючих болтів (ролболти, дуплексанкер, дюбелі типу ТЕП, НІЖБ та ін.) для кріплення технологічного устаткування до готових фундаментів і конструкцій призводить до значного зниження витрат металу і бетону. Затягування знімних самоанкеруючих болтів усіх типів можливе відразу після їх установки в пробурені свердловини. Вони можуть бути використані повторно. Основним недоліком знімних самоанкеруючих болтів є складність і висока трудомісткість їх виготовлення, а отже велика вартість. Крім того, для установки зазначених болтів необхідно бурити свердловини високої точності (відхилення, що допускається, по діаметру болта складає $0,5+2$ мм). Для широкого використання самоанкеруючих болтів треба налагодити централізоване виготовлення таких кріплень і організувати постачання їх у комплекті з устаткуванням.

Найбільш прогресивними з погляду технології провадження робіт і економічності є глухі болти, встановлювані в пробурені свердловини у фундаментах бетонних чи залізобетонних конструкціях і закріплювані синтетичними клеями, твердими цементно-піщаними сумішами і цементними розчинами. Собівартість їхньої установки в кілька разів нижче собівартості глухих шанцевих болтів і знімних, закладні елементи яких встановлюють при зведенні фундаментів.

Спосіб закріплення гладких болтів на готових бетонних і залізобетонних фундаментах і конструкціях за допомогою твердої цементно-піщаної суміші (віброзачеканка) дозволяє робити затягування болтів через три доби. Недоліком віброзачеканки є необхідність використання спеціального механізму для ущіль-

нення суміші, багатокомпонентність і складність її приготування, досить висока трудомісткість.

Способи кріплення глухих гладких анкерних болтів на готових фундаментах за допомогою епоксидних, силоксанових і акрилових клеїв є найбільш прогресивними, економічними і менш трудомісткими.

Особливо значну перевагу дає застосування акрилових клеїв для кріплення анкерних болтів. Використання їх дозволяє значно знизити вартість і трудомісткість анкероустановчих робіт, робити установку анкерних болтів при різних погодних умовах і у вологий бетон. Кріплення болтів може здійснюватися до, після і під час установки устаткування на фундамент. Через добу після установки болтів можна робити їхнє затягування. Акриловий клей малокомпонентний, простий і надійний у приготуванні. Завод-виготовлювач поставляє компоненти клею в комплекті, що полегшує організацію забезпечення анкероустановочних робіт. Простота і надійність, низька вартість і технологічність способу кріплення устаткування за допомогою акрилових клеїв дозволяє рекомендувати його до широкого впровадження в будівництво.

Технологічний процес з кріплення технологічного обладнання і металевих конструкцій до фундаментів містить в собі значний перелік операцій, що характеризуються різним ступенем насиченості небезпечними та шкідливими виробничими факторами. У зв'язку з цим у Розд. 7. навчального посібника наведені основні положення з охорони праці, що діють на дійсний час в Україні.

Матеріал розділу охоплює законодавчі положення, що стосуються організації служби охорони праці на підприємстві; обов'язки та права працівників відносно організації робочого місця, умов праці, відпусток, компенсації здоров'я за шкідливі умови праці та ін.

Окремими підрозділами надано матеріал, що стосується впливу шкідливих та небезпечних виробничих факторів. Серед комплексу всіх негативних факторів виділені ті, що характерні при виконанні робіт з кріплення технологічного обладнання і металевих конструкцій до фундаментів.

Так, у підрозділі «Виробнича санітарія», присвячено-мушкідливим факторам виділені такі, як параметри мікроклімату робочої зони, виробничий пил, загазованість повітря робочої

зони, шкідливі хімічні речовини, освітленість робочого місця, шум, вібрація. Наведений опис не тільки механізму дії цих факторів на організм людини, поняття їх гранично допустимого рівня, а й методи та засоби захисту працюючих.

На основі аналізу виробничого процесу з кріплення технологічного обладнання і металевих конструкцій до фундаментів виділені машини й механізми, що застосовуються при виконанні таких робіт. Це дало змогу окреслити коло небезпечних виробничих факторів, специфічних при виконанні робіт та дати опис безпечних прийомів їх виконання.

Ряд технологічних операцій з кріплення технологічного обладнання й металевих конструкцій до фундаментів виконують з використанням переносного та стаціонарного електроінструменту. Це поставило завдання дати описання основних правил безпечного виконання робіт в електроустановках. Для якісного сприйняття матеріалу студентами в цьому підрозділі викладено вплив електричного струму на організм людини, аналіз ступеню небезпечності ураження людини в електричних мережах до 1000 В та матеріал, що безпосередньо стосується правил безпечного виконання робіт в електроустановках. Описані також прийоми надання долікарської допомоги при ураженні людини електричним струмом.

Акрилові клеї та епоксидні смоли, що використовуються при кріпленні технологічного обладнання й металевих конструкцій до фундаментів, характеризуються підвищеною пожежною небезпечністю. У зв'язку з цим у відповідному підрозділі навчального посібника описані організаційні заходи та технічні засоби забезпечення пожежної безпеки на підприємстві.

Важливою позитивною рисою посібника є також описання правил проведення атестації робочих місць за умовами праці. В додатку наведені затверджені Дежнаглядохоронпраці України форми документів, що використовуються при проведенні такого періодичного дослідження, обов'язкового для кожного підприємства.

Навчальний посібник буде корисним студентам будівельних спеціальностей при вивченні курсу металевих конструкцій та інженерно-технічним працівникам і науковцям, що працюють в цій сфері виробництва.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Алексеенко П.П. Снижение расхода черных металлов при совершенствовании методов установки и закрепления оборудования // Монтаж оборудования и трубопроводов. - 1987. – Вып. 10. – С. 17-19.
2. Алексеенко П.П., Решетов Д.Н. Совершенствование конструкций и методов расчета резьбовых соединений машин с фундаментами // Труды ВНИИмонтажспецстрой. Вып. 22. – М.: Стройиздат, 1987. – С. 69-74.
3. Алексеенко П.П., Гудкова О.А. Современные методы установки и закрепления оборудования на фундаменте. – М.: ЦБНТИ Минмонтажспецстроя СССР, 1989. – 78 с.
4. Барч И.З. Исследование и опыт внедрения на стройках Минтяжстроя СССР способа закрепления оборудования к фундаментам при помощи гладких болтов и эпоксидного клея // ЦБТИ Минтяжстроя СССР. Реферативный сборник. Вып. 4. – М., 1972.
5. Барч И.З., Черкасский И.Г., Милославский С.Л., Зейгермистер Л.И., Болотин М.М., Кронфельд Е.М. Закрепление оборудования на эпоксидном клее // Промышленное строительство. – 1971. – № 6. – С. 17-18.
6. Барч И.З., Золотов М.С., Смолянинов Ю.М., Черкасский И.Г. Крепление анкерных болтов больших диаметров в бетоне эпоксидным клеем // Расчет конструкций подземных сооружений. Сб. научных трудов ХПСНИИП. – К.: Будівельник, 1976. – С. 46-51.
7. Бедрій Я. І., Джигирей В. С., Кидасюк А. І та ін. Охорона праці: Навч. посібник. – Львів: Афіша, 1997. – 258 с.
8. Безопасность производственных процессов: Справочник / Под общей ред. Белова С. В. – М.: Машиностроение, 1985. – 448 с.
9. Березовский Ю.Н., Чернилевский Д.В., Петров Н.М. Детали машин. – М.: Машиностроение, 1990. – 384 с.
10. Вишневский П.Ф. Современные методы анкерного крепления в строительстве. – М.: Издательство МО СССР, 1989. – 246с.

11. Гайдамак К.М., Тыркин Б.А. Монтаж оборудования предприятий химической и нефтеперерабатывающей промышленности. – М.: Стройиздат, 1994. – 286 с.

12. Гарбуз А.О. Повышение адгезионной прочности акриловых клеев для строительных конструкций // Сб. научн. трудов «Повышение эффективности и надежности систем городского хозяйства». – К.: ИСИО, 1994. – С. 91-93.

13. Гарбуз А.О. Применение модифицированных акриловых клеев в городском хозяйстве // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып. 5. – К.: Техніка, 1996. – С. 91-93.

14. Гарбуз А.О., Золотов С.М. Акриловые клеи повышенной адгезионной прочности и термостойкости // Тез. докл. междунар. научн.-практ. конф. «Проблема и перспективы ресурсосбережения в жилищно-коммунальном. хозяйстве». – Харьков: ХГАГХ, 1996. – С. 17.

15. Гогіташвілі Г. Г. Охорона праці на підприємствах промисловості будівельних матеріалів: Навч. посібник. – К.: ІСДО, 1993. – 252 с.

16. ГОСТ 24379.0-80*. Болты фундаментные. Общие технические указания.

17. ГОСТ 24379.1-80*. Болты фундаментные. Конструкция и размеры.

18. Даценко І.І., Габович Р. Д. Профілактична медицина. Загальна гігієна з основами екології. – К.: Здоров'я, 1999. – 694с.

19. Денисенко Г. Ф. Охрана труда: Уч. пособие. – М.: Высш. шк., 1985. – 319 с.

20. Жидецкий В. Ц., Джигирей В. С., Мельников О. В. Основы охраны праці. – Вид. 3-є, доп. – Львів: Афiша, 2000. – 350 с.

21. Законодавство України про охорону праці. У 4-х томах. – К.: Основа, 1995.

22. Золотов М.С. Напряжение в анкерных соединениях на эпоксидных клеях // Водоснабжение, канализация, гидротехнические сооружения. Вып. XII. –К.: Будівельник, 1970.

23. Золотов М.С. Экспериментальные исследования анкерных соединений на эпоксидном клее // Водоснабжение, канализация, гидротехнические сооружения. Вып. XVI. – К.: Будівельник, 1971. – С. 68-71.

24. Золотов М.С., Зайцев И.М., Стысин Б.Е. Крепление металлургического оборудования болтами на акриловых клеях // На стройках России. – 1987. - № 2. – С. 13-15.

25. Золотов М.С. Анкерні болти: конструкція, розрахунок, проектування// Навч. посібник. –Харків, ХНАМГ, 2005. – 122с.

26. Золотов М.С., Шутенко Л.Н., Складов В.А., Золотов С.М.Крепление технологического оборудования коммунальных предприятий анкерными болтами на акриловых клеях// Проблемы и перспективы развития жилищно-коммунального комплекса города: 6-ая международная научно-практическая конференция 1-4 апреля 2008г. Т.2. – М.: МИКХиС, 2008. С.228-231.

27. Золотов С.М. Акриловые клеи для крепления анкерами башенных сооружений // Будівельні конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. праць. – Мажівка: ДонДАБА, 2001. – Вип. 5. – С. 179-182.

28. Золотов С.М. Стойкость акриловых клеев к агрессивным воздействиям // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. праць. Вип. 7. – Рівне: Вид-во РДТУ, 2001. – С. 41-49.

29. Золотов С.М. Энерго- и ресурсосберегающий акриловый клей для соединения бетонных и железобетонных элементов // Сб. науч. трудов международной науч.-практ. конф. «Рациональные энергосберегающие конструкции, здания и сооружения в строительстве и коммунальном хозяйстве». Часть 2. – Белгород: БелГТАМС, 2002. – С. 55-60.

30. Золотов С.М. Зависимость времени отверждения акриловых клеев от различных факторов // Вестник БГГУ науч.-техн. журнал № 5, 2003. Материалы международного конгресса «Современные технологии в промышленности строительных материалов и стройиндустрии». Ч. 1. – С. 48-52.

31. Золотов С.М. Зависимость когезионной прочности акриловых клеев от различных факторов // Будівельні конструкції, будівлі та споруди: зб. наук. праць. – Мажівка: ДонДАБА, 2003-2, т. 2. – С. 222-226.

32. Zolotov S. Adhesive on the Basis of Acrylic Compound to Join Concrete and Reinforced Concrete Elements // Science, Education and Society: 11 International Scientific Conference University of Zilina. Slovak Republic, part I, 2003. – P. 323-325.

33. Золотов С.М. Влияние модификаторов на адгезионные свойства акриловых клеев // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. праць. Вип. 9. – Рівне: УДУВГПК, 2003. – С. 54-60.

34. Золотов С.М. Акриловые клеи для усиления, восстановления и ремонта бетонных и железобетонных конструкций // Будівельні конструкції: Зб. наук. праць. Вип. 59. – К.: НДІБК, 2003. – С. 440-447.

35. Золотов С.М., Пустовойтова О.М., Псурцева Н.А. Исследование структурных изменений акриловой композиции при воздействии различных факторов // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вип. 51. – К.: Техніка, 2003. – С. 68-73.

36. Золотов С.М. Адгезионные свойства акриловых клеев// Материалы к 46-му Международному семинару по моделированию и оптимизации композитов «Моделирование в компьютерном материаловедении». - Одесса: Астропринт, 2007. - С. 158-159.

37. Золотов С.М. Влияние некоторых факторов на развитие деформаций в акриловых клеях при длительном действующих сжимающих усилиях// Межд. СНТ „Совершенствование качества строительных материалов и конструкций (модели, составы, свойства, эксплуатационная стойкость) ”.- НГАУ, Новосибирск: 2004-2005. С.36- 38.

38. Золотов С.М. Релаксационные свойства акриловых компаундов с различным количеством наполнителя // Тезисы докладов VII Международной науч.-техн. интернет-конференции «Применение пластмасс в строительстве и городском хозяйстве». –Харьков. 2006. –С.13– 16.

39. Золотов С.М. Влияние различных факторов на вязкость акрилового компаунда// Материалы к 45-му Международному семинару по моделированию и оптимизации композитов «Компьютерное материаловедение и обеспечение качества». - Одесса: Астропринт, 2006. - С. 127-128.

40. Золотов С.М. Влияние различных факторов на вязкость акриловых клеев// Сб.науч.трудов «Строительство, материаловедение, машиностроение».Вип.35.ч.1, -Днепропетровск, ПГАСА, 2005.-С.234-242.

41. Золотов С.М. Вязкость акриловых клеев// Межд. СНТ „Экология и ресурсосберегающие технологии в строительном материаловедении”.-НГАУ, Новосибирск: 2005. С.159-161.

42. Золотов С.М. Жизнеспособность акриловых клеев// Вісник Донбаської державної академії будівництва і архітектури ”Баштові споруди: матеріали, конструкції, технології.- Вип.2005-8 (56). - Макіївка: ДДАБА, 2005.-С.74-79.

43. Золотов С.М. Зависимость релаксационных свойств акриловых компаундов от количества в них наполнителя// Материалы к 44-му Международному семинару по моделированию и оптимизации композитов «Моделирование и оптимизация в материаловедении». - Одесса: Астропринт, 2005. - С. 123 - 124.

44. Золотов С.М. Прочность, деформативность и разрушение акриловых клеев при кратковременном и длительном нагружении// Вісник Донбаської державної академії будівництва і архітектури ”Баштові споруди: матеріали, конструкції, технології.- Вип.2007-6 (68). - Макіївка: ДДАБА, 2007.-С.41-45.

45. Золотов С.М.Композиция на основе акриловых полимеров для ремонта и восстановления бетонных и железобетонных конструкций зданий и сооружений// Материалы и изделия для ремонта и строительстве: Междун. сб. науч. трудов - Новосибирск, НГАУ, 2007. – С. 165-168.

46. Инструкция по проектированию фундаментов под оборудование прокатных и трубных цехов. – М.: Гипромез, 1963. – 78 с.

47. Инструкция по креплению технологического оборудования фундаментными болтами. СН 471-75. – М.: Стройиздат, 1976.

48. Інженерні рішення з охорони праці / В.В. Сазонов, Б.М.Коржик, Я.О. Серіков та інш. За ред. Сафонова В.В. / Навч. посібник – К.: Основа, 2000. – 332 с.

49. Каминская В.В., Решетов Д.Н. Фундаменты и установка металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1988. – 114 с.

50. Каминский М.Л., Кошемякин В.А. Бесподкладочный монтаж электрических машин. – М.: Энергоиздат, 1992. – 179 с.

51. Киянов И.Д. Монтаж технологического оборудования. – К.: Будівельник, 1980. – 160 с.

52. Клименко В.З., Золотов С.М. Применение анкерных креплений на акриловых клеях при реконструкции производственных зданий // Тез. докл. IV Украинской республиканской науч.-техн. конференции «Развитие, совершенствование и реконструкция специальных сварных стальных конструкций зданий и сооружений». Сб. 5. – Симферополь, 1988. – С. 19-20.

53. Клименко В.З., Паги Б.Ю., Золотов М.С. Напряженно-деформированное состояние анкерных соединений на основе акриловых пласторастворов // Сопротивление материалов и теория сооружений, 1988. - Вып. 43. – С. 77-82.

54. Клименко В.З., Паги Б.Ю., Золотов М.С. Влияние толщины клеевого слоя на напряженно-деформированное состояние сталеклевого соединения // Сопротивление материалов и теория сооружений. – 1985. – Вып. 47. – С. 57-62.

55. Коваль В.К., Алексеенко П.П. Соединение оборудования с фундаментом анкерными болтами. Обзорная информация. – М.: Минмонтажспецстрой СССР, 1990. – 92 с.

56. Людина і праця. Довідник з правових питань / Укл.: Козінцев І. П., Савенко Л. А. – К.: Юрінком Інтер, 1997. – 336 с.

57. Мандриков А.П. Примеры расчета металлических конструкций. – М.: Стройиздат, 1985. – 431 с.

58. Мандриков А.П. Ляпин И.М. Примеры расчета металлических конструкций. – М.: Стройиздат, 1982 – 312 с.

59. Мартынов Е.Л., Рабин И.И., Барч И.З., Черкасский И.Г. Закрепление оборудования с помощью коротких болтов // Промышленное строительство. – 1978. – № 4. – С. 18-20.

60. Маршев В.З., Эльят М.Л., Дегмат М.П. и др. Монтаж технологического оборудования. – М.:Стройиздат, 1983. – 584с.

61. Матвеев В.В., Кузьмич А.А. Установка, выверка и крепление технологического оборудования и конструкций на фундаментах. – Л.: Стройиздат. Ленингр. отд-ние, 1990. – 124 с.

62. Металлические конструкции. Т. 1. Элементы конструкций / Под ред. Горева В.В. – М.: Высшая школа, 2001. – 492 с.

63. Металлические конструкции. Т. 2. Конструкции зданий / Под ред. Горева В.В. – М.: Высшая школа, 2001. – 528 с.

64. Міжнародне законодавство про охорону праці. У 3-х томах. – К.: Основа, 1997.

65. Молодченко Г.А., Складов В.А. Кратковременная прочность анкерных болтов на модифицированных акриловых клеях // Коммунальное хозяйство городов: Науч.- техн. сб. Вып. 25. – К.: Техніка, 2000. – С. 109-111.

66. Молодченко Г.А., Складов В.А. Длительная прочность анкерных болтов на модифицированных акриловых клеях // Ресурсозберігаючі матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. праць. Вип. 5. – Рівне, 2000. – С. 75-81.

67. Молодченко Г.А., Складов В.А. Влияние глубины заделки на прочность клевого анкера // Моделирование и оптимизация в материаловедении. Тез. докладов международного семинара МОК'40. - Одесса, 2001. - С. 90-91.

68. Молодченко Г.А., Складов В.А. Деформативность анкерных болтов на модифицированных акриловых клеях // Коммунальное хозяйство городов: Науч.- техн. сб. Вып. 27. – К.: Техніка, 2001. – С. 175-186.

69. Молодченко Г.А., Складов В.А. Определение коэффициента основной нагрузки для анкерных болтов на акриловых клеях // Ресурсозберігаючі матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. праць. Вип. 6. – Рівне, 2001. – С. 264-269.

70. Молодченко Г.А., Складов В.А. Стабильность усилия предварительной затяжки анкерных болтов на акриловых клеях // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. вып. 39. – К.: Техніка, 2002. – С. 74-87.

71. Молодченко Г.А., Складов В.А. расчетные характеристики анкерных болтов на акриловых клеях // Тез. докладов XXXI науч.-техн. конф. преподавателей, аспирантов и сотрудников Харьковской государственной академии городского хозяйства. Ч. 1. – Харьков: ХГАГХ, 2002. – С. 11-13.

72. Молодченко Г.А., Складов В.А. Прочность и усилия предварительной затяжки анкерных болтов на акриловых клеях при динамических нагружениях // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вип. 43. – К.: Техніка, 2002. – С. 9 - 16.

73. Монтаж технологического оборудования и трубопроводов и средства для его осуществления / Сб. науч. тр. под ред. Зильберга А.Л. - М.: ВНИИмотажспецстрой, 1982. – 185 с.

74. Никифоров А.С. Монтаж и наладка механического оборудования прокатных станов. – М.: Металлургия, 1990. – 288с.

75. Нормали металлургического машиностроения. Анкерные крепления прокатного оборудования к фундаментам. – М.: НИИОснований, 1996. – 46 с.

76. Нохрина Л.А. Технологические схемы установки фундаментных болтов на акриловых клеях // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып. 12. – К.: Техніка, 1998. – С. 70-73.

77. Подлегаев И.М., Барч И.З. Виброзачеканка гладких анкерных болтов жесткой цементно-песчаной смесью // Промышленное строительств-во. – 1989. – № 4. – С. 16-20.

78. Пособие по проектированию анкерных болтов для крепления строительных конструкций и оборудования. – М.: ЦНИИпромзданий, 1993. – 104 с.

79. Правила пожежної безпеки в Україні. – К.: Укрархбудінформ, 1995.– 195с.

80. Рекомендации по закреплению гладких анкерных болтов способом виброзачеканки // Харьковский Промстрой-НИИпроект Госстроя СССР. – Харьков, 1980. – 34 с.

81. Рекомендации для закрепления гладких фундаментных болтов с помощью силоксанового клея. – Харьков, ХПСНИИП, 1976. – 32 с.

82. Рекомендации по применению самоанкерующих конических болтов для крепления элементов к бетонным и железобетонным конструкциям. – М.:НИИЖБ, 1977. – 42 с.

83. Рожков А. П. Пожежна безпека на виробництві. – К.: 1997. – 448 с.

84. Россель Э.Э., Смирнов Ю.П., Березин Н.Н., Мещер Э.Х., Балашкина А.Н. Рекомендации по установке коротких анкерных болтов на цементных растворах для закрепления строительных конструкций и технологического оборудования на готовых фундаментах. – Свердловск, 1975. – 38 с.

85. Сериков Я.А., Болотских О.Н. Охрана труда / Уч. пособие для дистанционной формы образования в рамках международного европейского проекта Tempus-Tacis CD JEP – 24150 - 2003 «HUREMA». Харьков, 2006. – 120 с.

86. Серіков Я.О. Безпека життєдіяльності / Навч. посібник – Харків, ХНАМГ, 2006. – 210 с.

87. Серіков Я.О. Основи охорони праці / Навч. посібник – Харків, ХНАМГ, 2007. – 226 с.

88. Скляров В.А. Распределение усилий в клеевом анкере при креплении оборудования к фундаментам // Коммунальное хозяйство городов: Науч.- техн. сб. Вып. 16. – К.: Техніка, 1998. – С. 24-28.

89. Скляров В.А. Исследование на выносливость анкерных болтов // Тез. докладов XXX науч.-техн. конф. преподавателей, аспирантов и сотрудников Харьковской государственной академии городского хозяйства. Ч.2. – Харьков, 2000. – С. 57-58.

90. Скляров В.А. Жесткость анкерных болтов на акриловых клеях // Науковий вісник будівництва. Вип. 10. – Харків: ХДТУБА, 2000. – С. 67-72.

91. Скляров В.А. Стабильность усилия предварительной затяжки модифицированным акриловым клеем // Науковий вісник будівництва. Вип. 12. – 2001. – С. 101-103.

92. Скляров В.А., Молодченко Г.А. Применение анкерных болтов на акриловых клеях при реконструкции промышленных предприятий // Будівельні конструкції: Міжвідомчий наук.-техніч. збірник. Вип. 54. – К.: НДІБК, 2001. – С.610-614.

93. Скляров В.А. Прочность анкерных болтов на акриловых клеях при динамических нагрузениях // Материалы к 41-му международному семинару «Моделирование и оптимизация композитов - МОК'41». – Одесса: ОГАСА, 2002. – С. 183.

94. Скляров В.А. Влияние геометрических параметров на длительную прочность клеевых анкеров// Материалы к 44-му Международному семинару по моделированию и оптимизации композитов «Моделирование и оптимизация в материаловедении». - Одесса: Астропринт, 2005. - С. 125 - 126.

95. Скляров В.А. Зависимость длительной прочности анкерных болтов на акриловый клей от геометрических параметров // Тезисы докладов VII Международной науч.-техн. интернет-конференции «Применение пластмасс в строительстве и городском хозяйстве». –Харьков: ХНАГХ 2006. –С.71 – 74.

96. СНиП 2.09.03-85. Сооружения промышленных предприятий. – М.: Госстрой СССР, 1985. – 87 с.

97. СНиП II.23.81*. Стальные конструкции. – М.: Госстрой СССР, 1990. – 79 с.

98. Технические указания на установку и крепление гладких фундаментных болтов при помощи эпоксидного клея // РСН 218-74. – К., 1974. - 48 с.

99. Установка анкерных болтов на цементных растворах (из опыта треста «Тагилстрой»). Обзорная информация ЦБТИ Минтяжстроя СССР, 1975. – 86 с.

100. Черкасский И.Г., Серкова Э.В., Подлегаев И.М. Прогрессивные способы закрепления анкерных болтов // На стройках России. – 1979. – № 4. – С.32-39.

101. Черкасский И.Г., Серкова Э.В., Ляхович И.А. Закрепление фундаментных болтов силиконовым клеем // Пром. строительство. – 1987. – № 10. – С. 20-22.

102. Черкасский И.Г. Обеспечение прочности клеевых анкеров // Бетон и железобетон. – 1988, № 6. – С. 20-21.

103. Черкасский И.Г. Расчет фундаментных болтов на эпоксидных клеях // Строительное проектирование промышленных предприятий: Реферативная информация. Вып. 2. – М., 1987. – С. 2-5.

104. Черкасский И.Г. Технологические параметры установки фундаментных болтов на эпоксидном клее // Промышленное строительство. – 1991. – № 3. – С. 21-23.

105. Шарстук В.Н. Крепление оборудования к бетонным и железобетонным конструкциям // ЦИНИС Госстроя СССР. – М., 1988. – С. 67.

106. Шенк Х. Теория инженерного эксперимента / Перевод с английского. – М.: Мир, 1972. – 383 с.

107. Шилдз Дж. Клеящие материалы в промышленности. – М.: Машиностроение, 1990. – 368 с.

108. Шутенко Л.Н., Золотов М.С., Смолянинов Ю.М., Спиранде Р.А., Паги Б.Ю. Крепление оборудования к готовым фундаментам. – Харьков: НТО Стройиндустрия, 1982. – 57 с.

109. Шутенко Л.Н., Золотов М.С., Клименко В.З. и др. Клеевые соединения древесины и бетона в строительстве. – К.: Будівельник, 1990. – 136 с.

110. Шутенко Л.Н., Золотов С.М., Гарбуз А.О. и др. Использование акриловых клеев для реконструкции и ремонта зданий и сооружений // Будівельні конструкції: Зб. наук. праць. Вип. 54. – К.: НДІБК, 2001. – С. 810-814.

111. Шутенко Л.Н., Золотов М.С. Крепление башенных сооружений к фундаментам анкерными болтами и арматурными стержнями на акриловых клеях // Вестник ДонГАСА. – Макеевка, 2001. Вып. 2001-5. – С. 176-178.

112. Шутенко Л.Н., Золотов С.М., Гарбуз А.О., Зудов О.В. Акриловые клеи для соединения бетонных и железобетонных конструкций // Материалы докладов Международной интернет-конференции «Архитектурно-строительное материаловедение на рубеже веков». – Белгород, 2002. – С. 201-205.

113. Шутенко Л.М., Золотов М.С., Скляров В.А. Зависимость жесткости болтов на акриловых клеях от геометрических параметров анкерного соединения // Вісник Донбаської державної академії будівництва і архітектури "Баштові споруди: матеріали, конструкції, технології. - Вип. 2005 - 8 (56). - Макіївка: ДДАБА, 2005.-С.74-79.

114. Шутенко Л.Н., Золотов М.С., Скляров В.А. Жесткость анкерных болтов на акриловых клеях // Ресурсоекономі матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. праць. Вип.14. – Рівне, НУВГтаП, 2006.С.389 – 396.

115. Шутенко Л.Н., Золотов М.С., Скляров В.А. Исследования стабильности усилия затяжки анкерных болтов на акриловых клеях при динамических нагрузках.//Материалы и изделия для ремонта и строительстве: Междун. сб. науч. трудов - Новосибирск, НГАУ, 2007. – С. 190-193

116. Шутенко Л.Н., Золотов М.С., Скляров В.А. Прочность анкерных болтов на акриловых клеях при динамических нагружениях// Ресурсоекономі матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Зб. наук. праць Вип.12. – Рівне, НУВГтаП, 2005. С.346 – 354.

117. Шутенко Л.Н., Золотов М.С., Скляров В.А. Расчетные характеристики анкерных болтов на акриловых клеях// Совершенствование качества строительных материалов и конструкций (модели, составы, свойства, эксплуатационная стойкость): Междун. сб. науч. трудов. - Новосибирск: НГАУ, 2005. С.39-42.

118. Шутенко Л.Н., Золотов М.С., Скляров В.А. Стабильность усилия затяжки анкерных болтов на акриловых клеях и их усталостная прочность // Строительство, материаловедение, машиностроение: Сб. научн. трудов. Вип.37. – Днепропетровск. ПГАСА, 2006. – С.554 – 560.

119. Шутенко Л.Н., Золотов М.С., Скляров В.А. Влияние динамических нагружений на прочность анкерных болтов на акриловых клеях и усилия их предварительной затяжки //Вісник Донбаської державної академії будівництва і

архітектури "Баштові споруди: матеріали, конструкції, технології.- Вип.2007-6 (68). - Мажіівка: ДДАБА, 2007.-С.46-50.

120. Шутенко Л.Н., Золотов С.М., Гарбуз А.О. Повышение термостойкости акриловых клеев для заделки анкерных болтов// Тезисы докладов VII Международной науч.-техн. интернет-конференции «Применение пластмасс в строительстве и городском хозяйстве». –Харьков. 2005. –С.4– 7.

121. Шутенко Л.Н., Склярів В.А., Золотов С.М., Пилиграмм С.С., Шаталов Ю.Н. Крепление технологического оборудования анкерными болтами на акриловых клеях при модернизации коммунальных предприятий// Матеріали всеукраїнської наук.-практич. конференції „Реалізація регіональних програм реформування та розвитку житлово-комунального господарства”. – Алушта: ХО НТТ КГ та ПО, ХНАМГ, 2005. – С.142 – 145.

122. Canovas M.F. Las resinasepoxi en la construction // Segunda edicion instituto Eduardo Torroja, 1991. – 286 p.

123. CEB: Fastenings to Reinforced Concrete and Masonry Structutes // Bulletin d'information, Nr.206, Part I. - CEB Lausanne, 1996. – 278 p.

124. Cook R.A. Behavior of Chemically Bonded Anchors // Journal of Structural Engineering, American Society of Civil Engineering, V 119, № 9, September 1993. – P. 2744-2762.

125. Cook R.A., Fagundo F.E., Biller M.H. Tensile Behavior and Disign of Adhesive-Bonded Anchors and Dowels // Transportation Research Record 1392, Transportation Research Board, 1993. – P. 126-133.

126. Cook R.A., Kunz J., Fuchs W., Konz R.C. Behavior and Design of Single Adhesive Anchors under Tensile Load in Uncracked Concrete // ACI Structural Journal, V.95, № I, January-February 1998. – P. 9-26.

127. Die Metallschraube Rommt zum Runstaffdubel // Schweizer Baubl, 1986., № 79. - S. 854-859.

128. Eligehasen R., Fuchs W. Befestigungen in der betonzugzone // Beton und stahlbetonbau. - 1989. - № 2. - S. 27-32.

129. Girmscheid G. International Vorschriften Uber zulassige spannunge in geklebten segmentifugen // Bautechnik, 1986, № 4 -S. 133-134.

130. Groppes A. Zur Verankerung Von faserbundein und stahidrahtsilen in stahihunsen mit kunsthartzverguss // Bormingeneur, 1987, № 7 – S. 293-304.
131. Heavy fixinds. – London, 1992. – 118 p.
132. Heckhansen R.W. Anwendung sratqeber bu Rrofit und Heimwerker. – Berlin, 1998. – 116 s.
133. Hansen W., Parch J. Die wect der frerindlichen Befestigungstechnik. – Dortmund, 1998. – 234 s.
134. HILTY AG: Fastening Manual Anchoring // Issue Aug. 1997, Hilts Corporation Fastening Systems, Schaan 1997. – 325 p.
135. Mechanical fasteners for concrete. – Detroit, 1995. – 343 p.
136. Modern adhesive bonding // Joining and materials. - 1988. vol. № 1. – P. 38-41.
137. Prokop V. Pripojeni prvku do betonovych casti pomo-ci ocelovych rozperhych kotev // Pozevni stavby, 1995, № 4. – S. 16-22.
138. Rehm G., Eligehausen R., Mallee R.: Fastening Tect-nology // Betonkalender 1994, Verlag fur Architektur und technische Wissenschaften, Berlin, 1994. – 267 s.
139. Treasaway K.W., Davis H. Performance of fusion - bonded epoxy-coateg steel reinforcement // Structural engineer. – 1999, vol. 67, № 6. – P. 99-108.
140. Treece R.A., Jirsa J.O. Bond strength of epoxy-coated reinforcing bars // ACI materials J. – 1989. – vol. 86, № 2. – P. 167-174.
141. Walter E. Auszieveysuche an kunststoff dubein // Bauverwaltung, 1986., №3-S. 114-115.
142. Walter E., Ammann W. Fastening in new concrete materials // Concrete 2000. Edited by Ravindra K.Dhir and Roderik Jones. Published by EaFN Spon, New-York, 1995. – P. 847-856.
143. Wagner-Grey U. Neuer metalldubel fur Schwerbefestigungen // Beton- und Stahlletonbau, 1988, № 4. – S. 32-35.
144. Zolotov S., Shutenko L., Zolotov M. Compositions on the basis of acrylic polymers for repairing cement - concrete pavements and reinforced concrete bridge structures// 1-st Polish Road Congress «Better roads – better life» Warsaw, October 4-6, 2006 - C.443-450.

145. Shytenko L., Zolotov M., Sklyarov V. The strength of bolts on acrylic glyes under different types of loading.// Proceedings of the 3rd International Conference on Dinamics of Civil Engineering. -Slovak Republic, Zilina, 2005. -P.119-122.

146. Zolotov S. Strength and deformation of acrylic glues under temporary and permanent static loading.// Proceedings of the 3rd International Conference on Dinamics of Civil Engineering. – Slovak Republic, Zilina, 2005. –P.123-126.

147. Shutenko L., Zolotov M. Garbuz A. Durability and vibroslide deformation of concrete elements fastened using acryls glues Proceedings of the 4th International Conference on Dinamics of Civil Engineering and Transport Structures and Wind Engineering - Slovak Republic, Papradno, 2008. -P.216-219.

148. Shytenko L., Zolotov M., Sklyarov V. The change of preliminary tightening efforts of anchor bolts on acrylic glues under dynamic load Proceedings of the 4th International Conference on Dinamics of Civil Engineering and Transport Structures and Wind Engineering -Slovak Republic, Papradno, 2008. -P.220-223.

АТЕСТАЦІЯ РОБОЧИХ МІСЦЬ ЗА УМОВАМИ ПРАЦІ

Атестація проводиться на підприємствах і в організаціях незалежно від форм власності й господарювання, де технологічний процес, використане устаткування, сировина чи матеріали є джерелом шкідливих і небезпечних виробничих факторів, що можуть негативно впливати на стан здоров'я працюючих, наявного та майбутніх поколінь.

Метою атестації робочих місць за умовами праці є визначення шкідливих чи небезпечних умов праці, ступеня їх негативного впливу на здоров'я працюючих з метою врегулювання відносин між власником і працівниками в області реалізації прав на здорові й безпечні умови праці, пільгове пенсійне забезпечення, пільги і компенсації за роботу в несприятливих умовах.

Вивчення факторів виробничого середовища і трудового процесу проводиться в такій послідовності: визначаються характерні для конкретного робочого місця виробничі фактори, що підлягають лабораторним дослідженням (дод. 1); на підставі діючих стандартів безпеки праці, санітарних норм і правил, та ін. визначають нормативні значення (ГДК, ГДУ) (дод. 1); визначають фактичні значення факторів виробничого середовища і трудового процесу шляхом лабораторних досліджень або розрахунків. На підставі результатів проведених досліджень роблять висновки та рекомендації з поліпшення умов праці та, при необхідності, – відповідні відшкодування чи компенсації за втрату здоров'я в процесі роботи.

Атестація робочих місць за умовами праці проводиться тільки санітарними лабораторіями, атестованими органами Держстандарту і Міністерства охорони здоров'я.

КАРТА УМОВ ПРАЦІ	
Підприємство (організація, установа) _____	Номер робочого місця _____
Виробництво _____ _____	Професія (посада) _____ _____
Цех (дільниця, відділ) _____	(код за ЕТКД, КД, повна назва) Номери аналогічних робочих місць _____

Оцінка факторів виробничого і трудового процесів

№ п/п	Фактори виробничого середовища і трудового процесу	Дата дослідження	Нормативне значення (ГДР, ГДК)	Фактичне значення	3-й клас: шкідливі й небезпечні умови і характер праці			Подовженість дії фактора, % за зміну	Примітки
					I ступінь	II ступінь	III ступінь		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Шкідливі хімічні речовини:								
	1-й клас небезпеки								
	2-й клас небезпеки								
	3-й, 4-й класи небезпеки								
2	Пил переважно фіброгенної дії								
3	Вібрація (загальна і локальна)								
4	Шум								
5	Інфразвук								
6	Ультразвук								
7	Неіонізуючі випромінювання:								

	Радіочастотний діапазон								
	<ul style="list-style-type: none"> діапазон промислової частоти 								
	<ul style="list-style-type: none"> оптичний діапазон (лазерне випромінювання) 								
8	Мікроклімат у приміщенні:								
	<ul style="list-style-type: none"> температура повітря, °C 								
	<ul style="list-style-type: none"> швидкість руху повітря, м/с 								
	<ul style="list-style-type: none"> відносна вологість повітря, % 								
	<ul style="list-style-type: none"> інфрачервоне випромінювання, Вт/м² 								
9	Температура зовнішнього повітря (під час роботи на відкритому повітрі), °C								
	<ul style="list-style-type: none"> влітку 								
	<ul style="list-style-type: none"> взимку 								
10	Атмосферний тиск								
11	Біологічні фактори:								
	<i>Мікроорганізми</i>								
	1-й клас небезпеки								
	2-й клас небезпеки								
	3-й, 4-й класи небезпеки								
	Білкові препарати								
	1-й клас небезпеки								
	2-й клас небезпеки								
	3-й, 4-й класи небезпеки								
	<i>Природні компоненти організму (амінокислоти, вітаміни і т.п.)</i>								
	1-й клас небезпеки								
	2-й клас небезпеки								
	3-й, 4-й класи небезпеки								
12	Важкість праці:								
	<i>Динамічна робота</i>								
	<ul style="list-style-type: none"> потужність зовнішньої роботи, (Вт) при роботі за участю м'язів 								
	<ul style="list-style-type: none"> те ж, при роботі з переважною участю м'язів плечового пояса 								
	<ul style="list-style-type: none"> дрібні стереотипні рухи кистей і пальців рук (кількість за зміну) 								
	<i>Статичне навантаження</i>								
	<ul style="list-style-type: none"> величина навантаження за зміну (кг × с) при утриманні вантажу: 								

	однією рукою								
	двома руками								
	за участю м'язів тулуба і ніг								
13	Робоча поза								
	Нахили тулуба, переміщення в просторі (переходи, обумовлені технологічним процесом)								
14	Напруженість праці								
	<i>Увага:</i>								
	• тривалість зосередження (% до тривалості зміни)								
	• частота сигналів у середньому за годину								
	<i>Напруженість аналізаторних функцій:</i>								
	• зору (категорія зорових робіт за СНиП II-4-79)								
	• слуху (при виробничій необхідності сприйняття мови або диференціювання сигналів)								
	<i>Емоційна й інтелектуальна напруженість</i>								
	<i>Одноманітність:</i>								
	• кількість елементів у багаторазово повторюваних операціях								
	• тривалість виконання повторюваних операцій, сек.								
	• час спостереження за ходом виробничого процесу без активних дій (% до тривалості зміни)								
15	Змінність								
	Кількість факторів	×	×	×				×	×

I. Гігієнічна оцінка умов праці

II. Оцінка технічного й організаційного рівня

III. Атестація робочого місця

IV. Рекомендації щодо поліпшення умов праці,
їхнє економічне обґрунтування

V. Пільги і компенсації

Пільги і компенсації	Діючі	Запропоновані	Витрати
Пенсійне забезпечення			
Доплати			
Додаткові відпустки			
Інші			

Голова атестаційної комісії

Члени атестаційної комісії

З атестацією ознайомлені

КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ УМОВ ПРАЦІ *

№ п/п	Фактор	3-й клас: шкідливі й небезпечні умови, характер праці		
		I ступінь	II ступінь	III ступінь
1	2	3	4	5
1	Шкідливі хімічні речовини	Перевищення ГДК, раз		
	I-й клас безпеки	до 2	2,1...4	Більше, ніж у 4
	2-й клас безпеки	до 3	3,1...5	Більше, ніж у 5
	3-й, 4-й класи безпеки	до 4	4,1...6	Більше, ніж у 6
2	Пил переважно фіброгенної дії	Перевищення ГДК, раз		
		до 2	2,1...5	Більше, ніж у 5
3	Вібрація (загальна й локальна)	Перевищення ПДУ		
		до 3 дБ	3,1–6 дБ	Більше, ніж на 6 дБ
4	Шум	Перевищення ПДУ		
		до 10 дБА	10–15 дБА	Більше, ніж на 15 дБА
5	Інфразвук	вище ГДР	–	–
6	Ультразвук	вище ГДР	–	–
7	Неіонізуюче випромінювання:			
	радіочастотний діапазон	вище ГДР	–	–
	діапазон промислової частоти	вище ГДР	–	–
	оптичний діапазон (лазерне випромінювання)	вище ГДР	–	–
8	Мікроклімат у приміщенні:			
	температура повітря, °C	Вище гранично допустимих значень у теплий період або нижче мінімально припустимих значень у холодний період		
		до 4°C	4,1...8°C	вище 8°C
	швидкість руху повітря, м/сек	Вище рівнів допустимих величин у холодний і теплий періоди року або нижче мінімально допустимих у теплий період року		
		до 3 разів	більше, ніж у 3 рази	–
	Відносна вологість повітря, %	Перевищення рівнів, допустимих санітарними нормами в теплий період року		
		до 25 %	більше 25 %	–
	інфрачервоне випромінювання, Вт/м2	141–350	351–2800	вище 2800

Продовження дод. 2

9	Температура зовнішнього повітря (при роботі на відкритому повітрі), °С			
	улітку	до 32 °С	(32,1...40)°С	вище 40°С
	узимку	– (10...14) °С	– (15...20)°С	нижче (–20) °С
10	Атмосферний тиск			
	підвищений, атм.	1,3–1,8	1,93–3,1	вище 3
	Знижений, метрів над рівнем моря	1100–2000	2100–4000	вище 4000
11	Біологічні фактори:			
	Мікроорганізми	Перевищення ГДК, разів		
	1-й клас небезпеки	до 2	2,1...4	більше, ніж у 4
	2-й клас небезпеки	до 3	3,1...6	більше, ніж у 6
	3-й, 4-й класи небезпеки	до 5	5,1...10	більше, ніж у 10
	Білкові препарати	Перевищення ГДК		
	1-й клас небезпеки	до 3	3,1...5	більше, ніж у 5
	2-й клас небезпеки	до 5	5,1...10	більше, ніж у 10
	3-й, 4-й класи небезпеки	до 10	10,1...20	більше, ніж у 20
	Природні компоненти організму (амінокислоти, вітаміни й ін.)	Перевищення ГДК		
	1-й клас небезпеки	до 5	5,1...10	більше, ніж у 10
	2-й клас небезпеки	до 7	7,1...15	більше, ніж у 15
	3-й, 4-й класи небезпеки	до 10	10,1...20	більше, ніж у 20
	12 Важкість праці:			
	Динамічна робота			
	Потужність зовнішньої роботи, (Вт), при роботі за участю м'язів нижніх кінцівок і тулуба	муж. більше 90 жін. більше 63	–	–
	Те ж, при роботі з переважною участю м'язів плечового пояса	муж. Більше 45 жін. Більше 30,5	–	–
	Маса піднімання і переміщення вантажу, кг	муж. 31...35 жін. 11...15	більше 35 більше 15	
	Дрібні стереотипні рухи кистей і пальців рук, кількість за зміну	40001-60000	60001-80000	більше 80000
	Статичне навантаження			
	Величина навантаження за зміну (кГс) при утриманні вантажу:			
	однією рукою	43001-97000	вище 97000	–
	двома руками	97001-208000	вище 208000	–

	за участю м'язів тулуба і ніг	130001-260000	вище 260000	—
	Робоча поза	Перебування в нахиленому положенні до 30° — 26...50 % тривалості зміни	Перебування в нахиленому положенні до 30° — більше 50 % тривалості зміни	—
		Перебування в змушеному положенні (на колінах, на-вприсідки і т. п.) 25 % тривалості зміни	Перебування в змушеному положенні (на колінах, на-вприсідки і т. п.) більше 25 % тривалості зміни	—
	Нахили тулуба	Змушені нахили більше 30° 101...300 разів за зміну	Змушені нахили більше 30 ° більше 300 разів за зміну	—
	Переміщення в просторі (переходи, обумовлені технологічним процесом)	10,1...17 км за зміну	Більше 17км за зміну	
13	Напруженість праці			
	<i>Увага:</i>			
	тривалість зосередженості (% до тривалості зміни)	вище 75	—	—
	частота сигналів у середньому за годину	вище 300	—	—
	<i>Напруженість аналізаторних функцій:</i>			
	зір (категорія зорових робіт за СНІП 11-4-79)	високоточна	Особливо точно з використанням оптичних приладів	—
	слух (при виробничій необхідності сприйняття мови або диференціювання сигналів)	Розбірливість слів і сигналів менше 70 %	—	—

Продовження дод. 2

	емоційна й інтелектуальна напруженість	Вищення важких завдань в умовах дефіциту часу й інформації з підвищеною відповідальністю	Особливий ризик, небезпека, відповідальність за безпеку інших осіб	—
	Одноманітність:			
	кількість елементів у багаторазово повторюваних операції (прийомі)	3–2	—	—
	тривалість виконання повторюваних операцій, сек.	19	—	—
	час спостереження за ходом виробничого процесу без активної дії (у % до тривалості зміни)	96 і більше	—	—
14	Змінність	Нерегулярна змінність з роботою в нічну зміну	—	—

* Використана "Гігієнічна класифікація праці" № 4137-86

ПОКАЗНИКИ ФАКТОРІВ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА,
ВАЖКОСТІ Й НАПРУЖЕНОСТІ ТРУДОВОГО ПРОЦЕСУ
ДЛЯ ПІДТВЕРДЖЕННЯ ПРАВА НА ПІЛЬГОВЕ ПЕНСІЙНЕ
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

I. Право на пенсію за віком на пільгових умовах

підтверджується за наявності на робочому місці шкідливих і небезпечних виробничих факторів 3-го класу умов і характеру праці.

За списком № 1:

- 1) не менше двох факторів 3 ступеня відхилення від норм;
або
- 2) одного фактора 3 ступеня і трьох факторів 1 або 2 ступеня відхилення від норм;
або
- 3) чотирьох факторів 2 ступеня відхилення від норм;
або
- 4) наявності в повітрі робочої зони хімічних речовин гостронаправленої дії 1-го або 2-го класів небезпеки.

За списком № 2:

- 1) одного фактора 3 ступеня відхилення від норм;
або
- 2) трьох факторів 1, 2 ступеня відхилення від норм;
або
- 3) чотирьох факторів 1 ступеня відхилення від норм.

II. Орієнтовані показники можуть бути використані при встановленні дострокових пенсій за рахунок засобів підприємств.

Примітка. Показники зроблені на підставі "Гігієнічної класифікації праці"

ЗМІСТ

Вступ	3
Розділ 1. Конструкції анкерних болтів для кріплення технологічного устаткування і металевих конструкцій до фундаментів	5
1.1. Конструкції анкерних болтів	5
1.2. Види обпирання устаткування на фундаменти	16
1.3. Матеріал анкерних болтів	18
Питання для самоперевірки до розділу 1	19
Розділ 2. Матеріали, застосовувані для кріплення глухих анкерних болтів у свердловинах	20
2.1. Епоксидні клеї	20
2.2. Силоксановий клей	22
2.3. Жорсткі цементно-піщані суміші	23
2.4. Акриловий клей	25
2.4.1. Технологічні властивості акрилового клею	25
2.4.2. Когезійні властивості акрилового клею ...	29
Питання для самоперевірки до розділу 2	31
Розділ 3. Розрахунок і проектування анкерних болтів	32
3.1. Розрахунок анкерних болтів	32
3.2. Приклади розрахунку анкерних болтів різних конструкцій	41
3.3. Проектування анкерних болтів і їх позначення на кресленнях	51
Питання для самоперевірки до розділу 3	54
Розділ 4. Розрахунок елементів клейового анкерного з'єднання	55
4.1. Напружено-деформований стан клейового анкерування сталевих стержнів у бетон	55
4.1.1. Напруження в з'єднанні	55
4.1.2. Залежність напружень від фізичних властивостей матеріалів і геометрії з'єднання	61
4.1.3. Розрахунок анкерного з'єднання	70
Питання для самоперевірки до розділу 4	74

Розділ 5. Технологія установки анкерних болтів у бетоні й залізобетоні	75
5.1. Утворення свердловин у бетоні і залізобетоні	75
5.2. Приготування сумішей і клеїв	84
5.2.1. Приготування епоксидного клею	84
5.2.2. Приготування силоксанового клею	87
5.2.3. Приготування акрилового клею	89
5.2.4. Приготування жорсткої цементно-піщаної суміші	91
5.3. Установка болтів	93
5.3.1. До бетонування фундаментів	93
5.3.2. В існуючі бетонні й залізобетонні конструкції	93
5.3.2.1. Підготовка поверхні бетону свердловин і анкерних болтів	93
5.3.2.2. Установка розклинних анкерних болтів	94
5.3.2.3. Установка конічних анкерних болтів	98
5.3.2.4. Установка анкерних болтів на жорстких цементно-піщаних сумішах ..	99
5.3.2.5. Установка анкерних болтів за допомогою силоксанових клеїв ...	102
5.3.2.6. Установка анкерних болтів за допомогою епоксидних клеїв	104
5.3.2.7. Установка анкерних болтів за допомогою акрилових клеїв	105
5.4. Затягування болтів	106
5.5. Контроль якості проведення робіт	110
Питання для самоперевірки до розділу 5	111
Розділ 6. Вивірка устаткування і конструкцій	113
6.1. Способи обпирання устаткування на фундаменти	113
6.2. Вивірка устаткування	114
6.2.1. Вивірка устаткування за допомогою вивірочних гвинтів	116
6.2.2. Вивірка устаткування за допомогою інвентарних домкратів	117

6.2.3. Вивірка устаткування на установочних гайках	117
6.2.4. Вивірка устаткування на твердих бетонних подушках	118
6.2.5. Вивірка устаткування на пакетах металевих підкладок	119
6.3. Підлива устаткування	120
6.4. Способи обпирання сталевих колон	123
Питання для самоперевірки до розділу 6	125
Розділ 7. Охорона праці та навколишнього середовища при виконанні робіт з кріплення технологічного обладнання і металевих конструкцій до фундаментів	126
7.1. Загальні положення з організації охорони праці в Україні	126
7.1.1. Основні законодавчі та нормативно-правові документи з охорони праці	126
7.1.2. Основні законодавчі положення України про працю й охорону праці	126
7.1.3. Нормативно - правові акти з охорони праці	131
7.1.4. Види відповідальності за порушення законодавства з охорони праці	132
7.1.5. Органи державного керування охороною праці	133
7.1.6. Основні функції й завдання системи керування охороною праці	134
7.1.7. Організація служби охорони праці на підприємстві	135
7.1.8. Розробка інструкцій з охорони праці на підприємствах	139
7.1.9. Нормативні акти про навчання з охорони праці	142
7.1.10. Навчання і перевірка знань з охорони праці	142
7.1.11. Види інструктажів з охорони праці	143
Питання для самоперевірки до розділу 7.1	144
7.2. Основи виробничої санітарії	146
7.2.1. Виробничі шкідливі речовини	146

7.2.2. Виробничий пил. Класифікація, вплив на організм працюючих. Нормування, захист працюючих від пилу	146
Питання для самоперевірки до розділу 7.2.2	153
7.2.3. Виробничі отрути. Класифікація, вплив на організм людини. Захист від шкідливого впливу виробничих отрут на організм людини	154
Питання для самоперевірки до розділу 7.2.3	158
7.3. Виробничий шум. Параметри, вплив на працюючих. Нормування, заходи й засоби захисту працюючих	160
7.3.1. Класифікація виробничого шуму	160
7.3.2. Характеристики шуму	161
7.3.3. Вплив шуму на організм людини	163
7.3.4. Гігієнічне нормування виробничого шуму. Оцінка рівня виробничого шуму ...	163
7.3.5. Заходи і засоби захисту працюючих від шкідливої дії виробничого шуму	165
Питання для самоперевірки до розділу 7.3	167
7.4. Виробнича вібрація. Параметри, нормування, вплив на організм людини. Заходи й засоби захисту працюючих	168
7.4.1. Гігієнічне нормування вібрації	169
7.4.2. Вимірювання вібрації	171
7.4.3. Заходи й засоби захисту працюючих від дії вібрації	172
Питання для самоперевірки до розділу 7.4	175
7.5. Виробниче освітлення	177
7.5.1. Вимоги нормативних документів до систем виробничого освітлення	177
7.5.2. Основні світлотехнічні величини	178
7.5.3. Природне освітлення	180
7.5.4. Штучне освітлення	182
Питання для самоперевірки до розділу 7.5	185
7.6. Основи безпеки праці	187
7.6.1. Вимоги безпеки до виробничих процесів та устаткування	187

7.6.2. Вимоги безпеки при транспортуванні вантажів	189
Питання для самоперевірки до розділу 7.6	189
7.7. Організація безпечного виконання робіт з клесного анкерного кріплення технологічного обладнання й металевих конструкцій до фундаментів	190
7.7.1. Документація з організації безпечних умов праці	190
7.7.2. Забезпечення безпеки праці при виконанні робіт з розбирання чи реконструкції фундаментів при кріпленні технологічного обладнання	194
7.7.3. Забезпечення безпеки праці при експлуатації лебідок	195
7.7.4. Безпека праці при експлуатації домкратів	198
7.7.5. Безпека праці при експлуатації блоків та поліспаств	201
7.7.6. Правила безпечного провадження робіт з перфоратором	201
7.7.7. Безпека праці при кріпленні технологічного обладнання й металевих конструкцій до фундаментів за допомогою анкерних болтів з використанням клеїв	204
Питання для самоперевірки до розділу 7.7	207
7.8. Основи електробезпеки	210
7.8.1. Особливості дії електричного струму на організм людини	211
Питання для самоперевірки до розділу 7.8.1	212
7.8.2. Види електричних травм	213
7.8.3. Фактори, що впливають на ступінь ураження людини електричним струмом	215
Питання для самоперевірки до розділу 7.8.3	216
7.8.4. Схеми трифазних електричних мереж	218
Питання для самоперевірки до розділу 7.8.4	219
7.8.5. Схеми включення людини в електричний ланцюг	220
Питання для самоперевірки до розділу 7.8.5	222

7.8.6. Методи захисту в електроустановках	223
Питання для самоперевірки до розділу 7.8.6	229
7.8.7. Надання долікарської допомоги при ураженні людини електричним струмом	230
Питання для самоперевірки до розділу 7.8.7	232
7.9. Пожежна безпека	233
Питання для самоперевірки до розділу 7.9	234
Розділ 8. Техніко-економічна ефективність кріплення анкерних болтів акриловими клеями	235
Запитання для контрольних робіт студентів усіх форм навчання	241
Висновки	253
Список літератури	256
Додаток 1.....	270
Додаток 2.....	275
Додаток 3.....	279

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

КРІПЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ І МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ ДО ФУНДАМЕНТІВ ТА БЕЗПЕКА ПРАЦІ

Навчальний посібник

Автори: Леонід Миколайович Шутенко,
Михайло Сергійович Золотов,
Яків Олександрович Серіков,
Сергій Михайлович Золотов,
В'ячеслав Олександрович Скляров,
Сергій Якович Серіков

Відповідальний за випуск: проф. Г.А.Молодченко

Редактор: М.З.Аляб'єв

Технічний редактор: Н.І.Бикова

Коректор: З.І.Зайцева

План 2008, поз. 122Н

Підп. до друку 10.01.08 Друк на ризографі Тираж 300 прим.	Формат 60х84 1/16 Ум.-друк. арк. 16,9. Зам. №	Папір офісний. Обл.-вид. арк. 17,8.
---	---	--

Сектор оперативної поліграфії ІОЦ ХНАМГ
61002, Харків, вул. Революції, 12